



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

HILDERLANDE FLORENCIO DA SILVA

INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM ALGODOEIRO NO CONTROLE DE DOENÇAS

AREIA

2022

HILDERLANDE FLORÊNCIO DA SILVA

INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM ALGODOEIRO NO CONTROLE DE DOENÇAS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de **Doutora** em Agronomia, Área de concentração Agricultura Tropical.

Orientadora:

Profa. Dra. Luciana Cordeiro do Nascimento

AREIA

2022

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586i Silva, Hilderlande Florencio da.

Indução de resistência em algodoeiro no controle de
doenças / Hilderlande Florencio da Silva. - Areia:
UFPB/CCA, 2022.

99 f. : il.

Orientação: Luciana Cordeiro do Nascimento.
Tese (Doutorado) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Fusarium. 3. Ramulose. 4. Sanidade.
5. Crescimento micelial. I. Nascimento, Luciana
Cordeiro do. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(043.2)

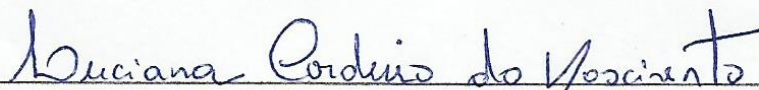
HILDERLANDE FLORÊNCIO DA SILVA

INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM ALGODOEIRO NO CONTROLE DE DOENÇAS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de **Doutora** em Agronomia, Área de concentração Agricultura Tropical.

APROVADO EM: 27/05/2022

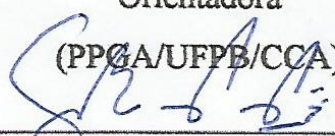
BANCA EXAMINADORA



Prof.ª Dra. Luciana Cordeiro do Nascimento

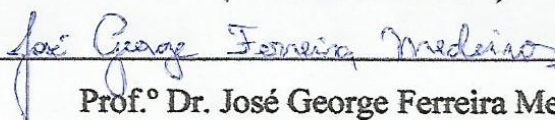
Orientadora

(PPGA/UFPB/CCA)


Prof.º Dr. Guilherme da Silva de Podestá

1º Examinador

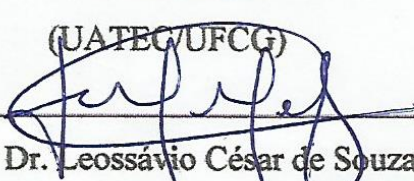
(DFCA/UFPB/CCA)



Prof.º Dr. José George Ferreira Medeiros

2º Examinador

(UATEG/UFCG)


Prof.º Dr. Leossávio César de Souza

3º Examinador

(DFCA/UFPB/CCA)

*A minha mãe Maria Helena e a minha irmã Jakeline
pelo convívio e pelo incentivo em lutar pelos meus
sonhos e ao meu noivo Edcarlos pelo apoio em todos os
momentos e por seu imenso amor.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida, por me dar força, sabedoria, pelas as oportunidades e por me fazer crer que tudo é possível quando lutamos, por iluminar e abençoar meu caminho.

A minha família, em nome da minha mãe Maria Helena Florêncio por ser esse pilar de força, compressão e acima de tudo por me ensinar a nunca desistir dos meus objetivos, a minha avó ‘Dona Dorinha’ (*in memorian*) por ter sido este exemplo de guerreira perante os momentos de dificuldades e de sofrimento e a minha irmã por sua preciosa ajuda nas execuções dos experimentos, durante toda a minha vida acadêmica.

Ao meu noivo Edcarlos Camilo, por seu imenso amor, companheirismo e por sua presença em todas os momentos desta etapa da minha vida, entre erros e acertos saímos mais fortalecidos e com a certeza que juntos vamos enfrentar o que vier.

A minha orientadora, Professora Dra. Luciana Cordeiro do Nascimento por seu amor de mãe, pela confiança a mim concedida, por todas as oportunidades que foram tão essenciais na minha formação profissional e pessoal, a minha imensa gratidão.

A Universidade Federal da Paraíba e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade de conceder-me aperfeiçoamento profissional, por intermédio de suas estruturas e por seus profissionais.

Aos professores, técnicos (representados por Rosemere e Flávio Ricardo) e aos terceirizados (Alexandre [Xuriu] e José Natanael [Bel]), pelo ensinamento múltiplo, pela ajuda na execução dos experimentos e acima de tudo pela amizade conquistada.

A equipe do LAFIT pelo auxílio na execução dos experimentos e companheirismo: Thomaz Aquino, Francisca de Souto, Kátia Albuquerque, Silvana Nunes, Bárbara Tico, Eloyza Silva, João Victor Martins, Ariclenes Olinto, Lucy Gleide, Guilherme Chaves, Valdeir de Souza, Otília Ricardo, José Manoel Cruz, Robson Monteiro, Mirelly Coelho, Severino Neto, Magaly da Costa, Thamillys do Nascimento, Lucimere Xavier, Geisa da Silva e Wagner Barbosa.

A Mirelly Porcino, por todos estes anos de troca de conhecimentos, companheirismo e pela ajuda na realização dos experimentos.

Ao produtor Sr. José Rivaldo Aguiar (conhecido como “Seu Pequeno”) pela obtenção das sementes de algodoeiro.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a minha formação profissional.

HINO DA VITÓRIA (*Umberto Elias Silva*)

*Quem é o homem que teve o poder
De andar sobre o mar?
Quem é Ele que pode fazer o mar se calar?
No momento em que a tempestade vier te afogar,
Ele vem com toda autoridade e manda acalmar.*

*Quem é o homem que teve o poder de fazer Israel
Caminhar por entre as águas do Mar Vermelho.
Fez caminho no meio do mar
Para o povo de Israel passar.
Do outro lado com os pés enxutos
Puderam cantar: O hino da vitória*

*Quando estiver frente ao mar
E não puder atravessar
Chame este homem com fé
Só Ele abre o mar.
Não tenha medo irmão
Se atrás vem Faraó
Deus vai te atravessar
E você vai entoar o hino da vitória*

*Toda vez que o Mar Vermelho tiver que passar,
Chame logo este homem para te ajudar.
É nas horas mais difíceis que Ele mais te ver,
Pode chamar este homem que Ele tem poder.
Se passares pelo fogo não vai te queimar.
Se nas águas tu passares não vão te afogar.
Faça como Israel que o mar atravessou
E no nome do Senhor o Hino de Vitória
No outro lado cantou*

RESUMO GERAL

O Brasil está entre os cinco maiores produtores de algodão do mundo, porém um dos fatores que limitam a produção da cultura, são as doenças fúngicas, destacando-se a fusariose (*Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (Fov)) e ramulose (*Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*). A utilização de tecnologias alternativas ao uso de fungicidas sintéticos, são eficientes na redução da população dos patógenos, severidade da doença e consequentemente na diminuição de perdas. Dentre essas tecnologias, destacam-se os indutores de resistência com potencial para redução da severidade das doenças. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de elicitores de resistência bióticos e abióticos como componentes no manejo de doenças na cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). Os experimentos foram realizados no Laboratório de Fitopatologia e na área experimental na Chã do Jardim pertencentes a Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB. Para os testes de sanidade de sementes foram utilizadas sementes de cinco cultivares de algodoeiro produzidas nos municípios de Remígio (BRS Rubi e BRS Aroeira), Itaporanga (BRS Aroeira) e Ingá (BRS Verde) no estado da Paraíba e a cultivar BRS 368 RF cedidas pela EMBRAPA algodão. Os tratamentos utilizados foram: AgroMos® (3 mL L⁻¹); Agrosilício Plus® (3 g L⁻¹); Folha Top® Aminoagro (1,5 mL L⁻¹); Amino Plus® (1,5 mL L⁻¹); Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Bonder (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® CaMg+B (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Fast (1,5 mL L⁻¹) e testemunha (ADE). Para a sanidade das sementes foi utilizado fungicida Captana (240 g 100 kg⁻¹ de sementes) e para os experimentos em campo e casa de vegetação utilizou-se o fungicida Azoxistrobina (400 mL/ha). Foram avaliadas a sanidade, germinação e emergência das sementes, sendo 200 sementes por tratamento, distribuídas em vinte repetições de dez sementes para a sanidade e quatro repetições de 50 nos testes de germinação e emergência. No experimento de campo foram utilizadas sementes da cultivar BRS Aroeira obtida por pequenos produtores da cidade de Remígio. Foram avaliadas a altura, largura e diâmetro de caule das plantas de algodoeiro e aos 90 dias realizara-se as avaliações de trocas gasosas e de clorofila a, b e total, bem como foram quantificadas a atividade enzimática de Peroxidase (POX), Polifenoloxidase (PPO) e Fenilalanina amônia liase (FAL). *In vitro* foram avaliados o crescimento micelial do Fov e sua esporulação. Para o experimento em casa de vegetação, avaliaram-se a interação entre o patógeno e plantas de algodoeiro, cujas sementes foram tratadas com os elicitores descritos. Após 24 horas de inoculação com o patógeno, as cultivares BRS Rubi e BRS Aroeira (Remígio) BRS Verde (Ingá) e BRS 368 RF (EMBRAPA), foram avaliadas a altura de planta, diâmetro de caule, clorofila a, b e total, fluorescência da clorofila e taxa de infecção. Os elicitores de resistência utilizados foram eficientes no controle de fungos em sementes e na severidade da ramulose e fusariose em plantas algodoeiro, apresentando incremento positivo na características morfológica, fisiológica e bioquímicas.

Palavras-chave: *Fusarium*; ramulose; sanidade; crescimento micelial; atividade enzimática.

GENERAL ABSTRACT

Brazil is among the five largest cotton producers in the world, but one of the factors that limit the production of the crop are fungal diseases, standing out fusariosis (*Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (Fov)) e ramulose (*Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*). The use of alternative technologies to the use of synthetic fungicides are efficient in reducing the population of pathogens, disease severity and consequently reducing losses. Among these technologies, resistance inducers with the potential to reduce the severity of diseases stand out. Thus, the objective of this work was to evaluate the efficiency of biotic and abiotic resistance elicitors as a component in the management of diseases in the cotton crop algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L). The experiments were carried out in the Phytopathology Laboratory and in the experimental area in Chã do Jardim, Areia, PB. For the seed health tests, seeds of five cotton cultivars produced in the municipalities of Remígio (BRS Rubi and BRS Aroeira), Itaporanga (BRS Aroeira) and Ingá (BRS Verde) in the state of Paraíba and the cultivar BRS 368 RF ceded were used by EMBRAPA cotton. The treatments used were: AgroMos[®] (3 mL L⁻¹), Agrosilicon (3 g L⁻¹), Top Folha[®] Aminoagro (1.5 mL L⁻¹), Amino Plus[®] (1.5 mL L⁻¹), Potassium Phosphite (3 mL L⁻¹), Lique Plex[®] Bonder (1.5 mL L⁻¹), Lique Plex[®] CaMg+B (1.5 mL L⁻¹), Lique Plex[®] Fast (1.5 mL L⁻¹) and control (ADE). For seed health, the fungicide Captana (240 g 100 kg⁻¹ of seeds) was used and for the field and greenhouse experiments, the fungicide Azoxystrobin (400 mL/ha) was used. The sanity, germination and emergence of the seeds were evaluated, being 200 seeds per treatment, distributed in twenty repetitions of ten seeds for the sanity and four repetitions of 50 in the germination and emergence tests. In the field experiment, seeds of the cultivar BRS Aroeira obtained by small producers in the city of Remígio were used. The height, width and stem diameter of plants of cotton were evaluated and at 90 days gas exchange and chlorophyll a, b and total evaluations were carried out, well as the enzymatic activity of Peroxidase (POX), Polyphenoloxidase (PPO) and Phenylalanine ammonia lyase (FAL). *In vitro*, the mycelial growth of Fov and its sporulation were evaluated. For the greenhouse experiment, the interaction between the pathogen and cotton plants was evaluated, whose seeds were treated with the elicitors described. After 24 hours of inoculation with the pathogen, the cultivars BRS Rubi and BRS Aroeira (Remígio) BRS Verde (Ingá) and BRS 368 RF (EMBRAPA) were evaluated for plant height, stem diameter, chlorophyll a, b and total, fluorescence chlorophyll and infection rate. The resistance elicitors used were efficient in controlling fungi in seeds and in the severity of ramulose and fusariosis in cotton plants, showing a positive increase in morphological, physiological and biochemical characteristics.

Keywords: *Fusarium*, ramulose, sanity, mycelial growth; enzymatic activity.

LISTA DE TABELAS

Capítulo II

Tabela 1. Tratamentos à base de fosfito de potássio, silício e aminoácidos utilizados no controle de fungos em sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.).....39

Tabela 2. Incidência de fungos em sementes do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) tratadas com elicitores de resistência.....43

Tabela 3. Primeira contagem de germinação (PCG), percentagem de germinação (GE), índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) tratadas com elicitores de resistência.....46

Tabela 4. Sementes mortas (SM), sementes duras (SD) e comprimento de raiz (CPR) em sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) tratadas com elicitores de resistência.....47

Tabela 5. Comprimento da parte aérea (CPA), massa seca de raiz (MSR) e massa seca da parte aérea (MSA) em sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) tratadas com elicitores de resistência.....49

Tabela 6. Primeira contagem de emergência (PCE), percentagem de emergência (EM), índice de velocidade de emergência (IVE) em sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) tratadas com elicitores de resistência.....51

Tabela 7. Comprimento da raiz (CPR), parte aérea (CPA), massa seca de raiz (MSR) e parte aérea (MSA) em sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) tratadas com elicitores de resistência.....53

Capítulo III

Tabela 1. Altura e largura em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) sob aplicação de elicitores de resistência em campo, em função dos anos de cultivo e períodos de avaliação. Areia – PB.....69

Tabela 2. Diâmetro de caule em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) sob aplicação de elicitores de resistência, em função dos anos de cultivo e períodos de avaliação Areia – PB.....71

Tabela 3. Número de capulhos e produtividade, em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) sob aplicação de elicitores de resistência, em dois anos de cultivo. Areia – PB.....72

Tabela 4. Taxa fotossintética ($A - \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração de CO_2 nos espaços intercelulares ($C_i - \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração ($E - \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática ($g_s - \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), temperatura foliar ($TF - ^\circ\text{C}$), eficiência instantânea de uso da água ($EUA - \text{mmol CO}_2 \text{mol}^{-1} \text{H}_2\text{O}$), eficiência intrínseca de uso da água ($EiUA - \text{mmol m}^2 \text{s}^{-1} \text{H}_2\text{O}$) e eficiência instantânea de carboxilação ($EiC - [(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}]$), em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) sob aplicação de elicitores de resistência, em dois anos de cultivo.....73

Tabela 5. Clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila *total* e relação clorofila *a/b*, em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) sob aplicação de elicitores de resistência, em dois anos de cultivo.....74

Tabela 6. Atividade enzimática de Peroxidase, Polifenoloxidase e Fenilalanina amônia-liase (UA.min⁻¹.mg⁻¹ de proteína) em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) sob aplicação de elicitores de resistência, em dois anos de cultivo.....75

Capítulo IV

Tabela 1. Altura de planta e diâmetro de caule em plantas algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) oriundas de sementes inoculadas com *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e tratadas com elicitores de resistência.....90

Tabela 2. Volume e massa seca de raízes de plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) oriundas de sementes inoculadas com *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e tratadas com elicitores de resistência.....91

Tabela 3. Índice de clorofila Falker *a* (ICF *a*), índice de clorofila Falker *b* (ICF *b*), índice de clorofila Falker total (ICF *T*) e relação índice de clorofila Falker *a/b* (ICF *a/b*) em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) oriundas de sementes inoculadas com *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e tratadas com elicitores.....92

Tabela 4. Fluorescência inicial (F₀), máxima (F_m) e variável (F_v) em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) oriundas de sementes inoculadas com *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e tratadas com elicitores de resistência.....94

Tabela 5. Rendimento quântico do fotossistema II (F_v/F_m) e relação (F_v/F₀) em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) oriundas de sementes inoculadas com *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e tratadas com elicitores de resistência.....95

LISTA DE FIGURAS

Capítulo III

Figura 1. Valores médios de Precipitação total (PPT), temperatura máxima (Tmax) e mínima (Tmin) registrados nos meses de condução do experimento em campo no município de Areia, Paraíba.....63

Figura 2. Escala diagramática para avaliação da severidade da ramulose (*Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*) do algodoeiro.....64

Figura 3. Área abaixo da curva de progresso da doença (A) e índice de doença (B), causada por *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* em plantas de algodoeiro, no segundo ano de cultivo (2021)68

Capítulo IV

Figura 1. Diâmetro da colônia (A), índice de velocidade do crescimento micelial (B), porcentagem de inibição de crescimento (C), esporulação (D) e porcentagem de inibição de esporulação (E) de *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* exposto a tratamentos com elicitores.....88

Figura 2. Taxa de infecção (TI) de *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (Fov) em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) oriundas de sementes inoculadas com Fov e tratadas com elicitores.....89

SUMÁRIO

Capítulo I - INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM ALGODOEIRO NO CONTROLE DE DOENÇAS.....	13
1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo geral.....	16
2.2 Objetivos específicos.....	16
3. REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1 Aspectos gerais do algodoeiro.....	17
3.1.1 Cultivares de algodoeiro	18
3.2 Doenças no algodoeiro.....	20
3.3 Importância da qualidade de sementes	21
3.5 Indução a resistência de plantas a patógenos.....	24
4. REFERÊNCIAS	25
Capítulo II - ELICITORES DE RESISTÊNCIA NA QUALIDADE DE SEMENTES DE ALGODOEIRO	34
1. INTRODUÇÃO	37
2. MATERIAL E MÉTODOS	38
2.1 Localização do experimento	38
2.2 Obtenção das sementes de algodoeiro.....	38
2.3 Aplicação dos tratamentos.....	38
2.4 Teste de sanidade	39
2.5 Teste de germinação	39
2.6 Teste de emergência.....	40
2.7 Comprimento e matéria seca da parte aérea e raízes.....	40
2.8 Delineamento experimental e análise estatística.....	41
4. CONCLUSÃO.....	54
5. REFERÊNCIAS	54
Capítulo III - INDUTORES DE RESISTÊNCIA NO MANEJO DA RAMULOSE DO ALGODOEIRO	58
1. INTRODUÇÃO	61
2. MATERIAL E MÉTODOS	62
2.1 Localização do experimento	62
2.2 Avaliação da ramulose	64
2.3 Avaliação das características morfológicas.....	65
2.4 Trocas gasosas e clorofila.....	65

2.5 Atividade enzimática	66
2.6 Delineamento experimental e análise estatística.....	67
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
4. CONCLUSÃO.....	75
5. REFERÊNCIAS	76
Capítulo IV - CONTROLE DE <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>vasinfectum</i> COM ELICITORES DE RESISTÊNCIA EM ALGODOEIRO	80
1. INTRODUÇÃO	83
2. MATERIAL E MÉTODOS	84
2.1 Localização do experimento	84
2.2 Obtenção do isolado de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>vasinfectum</i> (Fov).....	84
2.3 Experimento <i>in vitro</i>	84
2.4 Experimento <i>in vivo</i>	85
2.5 Delineamento experimental e análise estatística.....	86
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	87
4. CONCLUSÃO.....	96
5. REFERÊNCIAS	96

Capítulo I

INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM ALGODOEIRO NO CONTROLE DE DOENÇAS

1. INTRODUÇÃO

A cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma das mais cultivadas a nível mundial, tanto para fins agrícolas como industriais, sendo considerada uma das principais *commodities* agrícolas do Brasil, compondo uma importante alternativa de emprego e renda em toda a sua extensão da cadeia produtiva (MAYRINCK et al., 2020). A fibra é a principal matéria-prima para indústria têxtil mundial e suas sementes são um subproduto, sendo cerca de 90% destinado para a extração de óleo e na alimentação animal, na forma de torta e farelo (VARÃO et al., 2018).

O Brasil (2,50 milhões de toneladas) está entre os quatro maiores produtores de algodoeiro do mundo, sendo superado apenas pelo China (5,83 milhões de toneladas), Índia (5,33 milhões de toneladas) e Estados Unidos (3,81 milhões de toneladas), porém ocupa o primeiro lugar na produtividade em sequeiro (ICAC, 2022). A perspectiva para a safra 2021/22 é que haja um aumento de 16,8% na área destinada ao cultivo da cultura, totalizando 1,6 milhão de hectares, sendo esperada uma produção de 2,82 milhões de toneladas, propiciando uma expectativa de boa rentabilidade (CONAB, 2022).

As regiões produtoras de algodoeiro apresentam altas temperaturas e elevada precipitação, favorecendo a ocorrência de doenças, como a ramulose e fusariose (AMORIM et al., 2016). A ramulose é uma doença causada por uma variedade fisiológica do agente que causa a antracnose, denominado de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*. Este fungo pode infectar a planta em qualquer idade e os sintomas aparecem primeiramente nas folhas jovens, na forma de manchas necróticas, formando perfurações conhecidas como “manchas estraladas” (BORÉM; FREIRE, 2014).

A fusariose do algodoeiro é causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*, e a planta infectada apresenta amarelecimento, murcha de folhas e ramos e redução no crescimento. Este patógeno pode sobreviver no solo por longos períodos na forma de clamidósporos, podendo ser disseminado para longas distâncias através de sementes (FARIAS et al., 2019).

Uma das principais medidas de manejo de doença é a utilização de sementes sadias, assim, diminuindo a disseminação e introdução de patógenos em áreas isentas, esses microrganismos causam redução na germinação e vigor, *damping off* e diminuição na produtividade (NASCIMENTO et al., 2021). Deste modo, o tratamento de sementes é indispensável, pois controla patógenos associados às mesmas e fungos de armazenamento, resultando em uma planta vigorosa e retardando o início de doenças (MAURI et al., 2019).

A utilização de elicitores de resistência tanto natural ou sintético para induzir mecanismos de defesa na planta são alternativas promissoras, devido ao controle químico ter

um custo elevado e pela possibilidade de resistência dos patógenos (ROBERTS; TAYLOR, 2016). Uma das possibilidades de manejo de doenças de plantas, as quais vem obtendo resultados viáveis, é o uso dos elementos como silício, fosfito de potássio e aminoácidos que podem desencadear reações de defesa nas plantas (IURKIV et al., 2017; RIBEIRO et al., 2021; NATIVITAS-LIMA et al., 2022).

O silício atua na planta a partir do acúmulo nos tecidos, assim melhorando o desenvolvimento de diversas espécies vegetais, além de propiciar maior resistência a doenças, sendo pela formação de uma barreira mecânica ou pela concentração de compostos fenólicos, diminuindo a infecção por fitopatógenos (GUERRA et al., 2013; DALLAGNOL et al., 2015). A utilização de fosfito de potássio na agricultura tem apresentado destaque pelo baixo custo na obtenção, por sua função nutricional nas plantas, devido a rápida absorção de fósforo pela mesma, e no controle de doenças de planta, tanto a nível de campo, como na fase pós-colheita (SILVA et al., 2018).

Os aminoácidos são fundamentais no processo de síntese de proteínas, atuando diretamente no desenvolvimento e produtividade das plantas, estimulando uma maior resistência ao estresse hídrico, as altas temperaturas e proporciona um aumento na tolerância ao ataque de insetos e doenças (MOHAMMADI; KHOSHGOFTARMANESH, 2014; ALCANTARA et al., 2019).

A indução de resistência está relacionada com a ativação de enzimas e substâncias capazes de promover a proteção da planta, no controle de diversos patógenos. (SCHOTT et al., 2021). Dentre as enzimas que são ativadas com a indução de resistência, destacam-se a peroxidase, ligada à lignificação celular, a polifenoloxidase que transforma quinonas tóxicas aos microrganismos e a fenilalanina amônia-liase envolvida na rota de síntese dos fenilpropanóides (STANGARLIN et al., 2011).

O uso de elicitores abióticos e/ou bióticos em plantas pode ser eficiente no estímulo de mecanismos de defesa próprio da planta, tendo potencial de expressar repostas morfológicas, fisiológicas e/ou bioquímicas que limitam a atividade do patógeno em seus tecidos (OLIVEIRA et al., 2016).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- ✓ Avaliar a eficiência de indutores de resistência bióticos e abióticos como componente no manejo de doenças na cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.).

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar a eficiência de produtos à base de silício, fosfito de potássio e aminoácidos sobre a qualidade sanitária e fisiológica em diferentes lotes de sementes de algodoeiro;
- ✓ Verificar o efeito dos indutores de resistência à base de silício, fosfito de potássio e aminoácidos em plantas de algodoeiro no controle da ramulose (*Colletotrichum* sp.) e na indução enzimática em campo;
- ✓ Analisar a ação dos indutores de resistência à base de fosfito de potássio, silício e aminoácidos sobre o crescimento micelial e esporulação de *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e na incidência em plantas de algodoeiro.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Aspectos gerais do algodoeiro

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma planta angiosperma pertencente a classe das dicotiledôneas, da ordem Malvales Juss, família Malvaceae Juss e gênero *Gossypium* L. Este gênero apresenta 53 espécies relacionadas, sendo 45 diploides ($2n=2x=26$) e seis tetraploides ($2n=4x=52$) (BAYTAR et al., 2017). Apenas quatro espécies são cultivadas comercialmente, sendo *G. hirsutum*, *G. barbadense* (alotetraploides) *G. herbaceum* e *G. arboreum* (diploides). A espécie *G. hirsutum* é responsável por cerca de 90% de todo o cultivo no mundo, o seu ciclo tem um período de 110 a 180 dias compreendidos entre a germinação e a colheita da fibra (GADELHA et al., 2014; QUEIROZ et al., 2017).

A cultura do algodoeiro é conhecida desde 8 mil anos a.C., tendo como centro de origem à Índia. Atualmente é explorada comercialmente em 81 países, destacando-se a China com produção anual em torno de 5,83 milhões de toneladas, Índia, 5,33 milhões de toneladas, Estados Unidos, 3,81 milhões de toneladas e o Brasil com 2,50 milhões de toneladas (ZABOT, 2017; CONAB, 2021). Está entre as mais importantes culturas que produzem fibras no mundo, com uma média de 35 milhões de hectares plantados. Em relação a demanda mundial tem apresentado um aumento anual gradativo desde a década de 1950 de 2%. Já o comércio mundial gera cerca de US\$ 12 bilhões anuais e abrange mais de 350 milhões de pessoas na sua produção (ABRAPA, 2022).

O cultivo do algodoeiro desempenha um importante papel na economia brasileira. Sua produção apresentou um aumento nas últimas safras no Brasil e a produção, somente da safra 2021/22 foi aproximadamente 2,5 milhões de toneladas, representando um aumento de 19,7% em relação à safra anterior. Esse aumento foi atribuído à expansão de 16,8% da área plantada, no entanto, o aumento de rendimento foi de apenas 2,1%. O Brasil possui cerca de 1,5 milhão de hectares de área cultivada com algodoeiro, sendo a maior produção situada na região Centro-Oeste, seguida pela região Nordeste. Os maiores produtores são os estados de Mato Grosso e Bahia, sendo responsáveis por 85% da produção brasileira (CONAB, 2022).

A região Nordeste é a segunda maior produtora, na safra de 2021/22 apresentou uma produção de 607 mil toneladas, tendo como destaque os estados da Bahia (585,6 mil t) e Maranhão (49,4 mil t) e os menores produtores são os estados da Paraíba (0,5 mil t), Alagoas (0,5 mil t) e Rio Grande do Norte (0,4 mil t). Embora a área de produção nestes três últimos seja expressivamente menor, quando comparados com a Bahia, eles intensificam a produção regional, atendendo parte do mercado Brasil e do exterior, com o cultivo de algodões orgânico e colorido, principalmente o estado da Paraíba. (CONAB, 2022).

A qualidade e produção do algodoeiro brasileiro foi alcançada por meio de pesquisa e desenvolvimento de material vegetal, adaptado às condições edafoclimáticas das atuais regiões produtoras e ao desenvolvimento de germoplasma com características técnicas da fibra, impostas pela indústria (TELES; FUCK, 2016; MAYRINCK et al., 2020). A utilização do algodoeiro é diversificada, pois além da fibra, que é utilizada para fins têxteis e farmacêuticos, o línter (fibra bastante curta) é usado para o enchimento de almofadas, travesseiros e colchões. Já suas sementes são utilizadas na produção de óleo e seu rejeito aproveitado com grande potencial na alimentação de animais ou como adubo orgânico na aplicação em lavouras (MACÊDO et al., 2015; MARQUES FILHO et al., 2020).

É uma cultura semi perene, herbácea e ereta, de porte arbustivo, que tem hábito de crescimento indeterminado, seu fruto produz fibras que variam entre 2,22 a 3,33 cm de comprimento (NIKKEL; LIMA, 2020). As plantas apresentam caule ascendente, com ramos vegetativos e frutíferos. Quanto à altura, podem variar dependendo da espécie e condições de cultivo, aonde a *G. hirsutum*, pode apresentar de 0,6 a 1,5 m, enquanto a *G. barbadense* alcança uma altura de até 2,7 m. Apresenta um sistema radicular do tipo pivotante, sendo muito desenvolvido e vigoroso, podendo atingir até 2,5 m de profundidade (BORÉM; FREIRE, 2014).

As folhas são simples, sendo classificadas em três tipos: as cotiledonares, tem o formato reniforme e são as primeiras a surgir com o emergir das plântulas; os prófilos, localizados na base da gema, perto a axila da folha verdadeira e as folhas verdadeiras são incompletas, tri ou pentalobadas, das quais podem ser subdivididas em vegetativas, de ramo e as frutíferas, sendo estas localizadas opostas ao nó frutífero, próximas a estrutura reprodutiva (BORÉM; FREIRE, 2014). O sistema reprodutivo desta cultura é classificado como intermediário, com flores de cor creme e hermafroditas. Com a ausência dos agentes polinizadores as plantas podem realizar a autofecundação, porém na presença dos mesmos ou sob certas condições ambientais podem ser observadas um aumento na taxa de polinização cruzada, sendo superior a 80% (LIMA et al., 2014; ZABOT, 2017).

As sementes têm o formato piriforme, normalmente de cor pardo-escuro, o peso varia de 0,10 a 0,13 g, apresentam elevados teores de óleo (30-35%) e proteínas (40-45%), sendo cobertas por dois tipos de células que diferenciadas originam as fibras fiáveis e longas, utilizadas na indústria têxtil e o línter, camada de fibras mais curtas e bastante aderidas às sementes (TELES; FUCK, 2016).

3.1.1 Cultivares de algodoeiro

O cultivo do algodoeiro, na região semiárida do Nordeste brasileiro, é realizado principalmente por pequenos agricultores, por meio de sistemas agroecológicos. Sendo

utilizados cultivares tolerantes a seca, com adaptação as condições edafoclimáticas da região, ciclo semiperene ou precoce e resistentes às pragas e doenças (SUASSUNA; COUTINHO, 2015). De acordo com o sistema de produção (EMBRAPA, 2022), várias cultivares estão disponíveis para o cultivo na região semiárida do Nordeste, entre elas destacam-se: BRS 286, BRS 336, BRS 368, BRS AROEIRA (fibras brancas) e BRS TOPÁZIO, BRS JADE, BRS SAFIRA e BRS RUBI (fibras coloridas).

A cultivar BRS Aroeira de fibra branca, possui ciclo de 160 a 170 dias, apresenta um rendimento de fibras de 37%. Comprimento de fibra de HVI-SL 2,5% de 29,4, com finura (IM) de 4,1 e resistência de 28 gf/tex, sendo estas características consideradas boas. A principal vantagem para o cultivo desta cultivar está relacionada a sua resistência múltipla a doenças, sendo resistente a ramulose, viroses, mancha de stemphylium, e tolerante a manchas de ramularia, alternaria, bacteriose e ao complexo *Fusarium*-nematóide (FREIRE et al., 2009; CARVALHO et al., 2017).

A BRS 368 RF é uma cultivar transgênica, de fibras brancas, resistente a utilização de herbicida glifosato, apresenta um rendimento de 40% de fibra e com um potencial produtivo entre 4.200 a 4.500 kg/ha, sendo indicada para cultivos de primeira safra (sequeiro), principalmente nos estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Bahia, Ceará, Paraíba, Piauí e Rio Grande do Norte, e segunda safra (irrigado) para o estado da Bahia (MANIÇOBA et al., 2021). Esta cultivar apresenta porte baixo e ciclo entre médio a precoce, com exigência de regulador de crescimento de baixa a média. Sendo resistente à bacteriose do algodoeiro e ao mosaico comum e moderadamente resistente à doença azul (BARROSO et al., 2017).

A cultivar BRS Rubi possui fibra de coloração marrom avermelhada, diferencia-se das demais de fibra marrom, cultivada no Brasil, por apresentar uma tonalidade mais escura, sendo uma das primeiras cultivares no país com esta peculiaridade na cor da pluma. O cultivo pode ser em regime de sequeiro, nas condições de Semiárido brasileiro com produtividade chegando a uma média de 1.894 kg/ha e no regime de irrigação o rendimento médio sendo maior que 3,5 t/ha de algodão em caroço. Esta cultivar apresenta plantas com altura média de 110 cm, com ciclo de 140 a 150 dias e o florescimento em 55 dias. Por ser uma cultivar de fibra colorida, não necessita passar pelos procedimentos químicos de branqueamento e tingimento, assim resultando em um produto final menos poluente ao meio ambiente (CARVALHO et al., 2017; EMBRAPA, 2022).

Outra cultivar de fibra colorida é a BRS Verde, com coloração verde clara, possui ciclo de 130 a 140 dias. Apresenta plantas com altura média de 127 cm, nas condições do Seminário, a produtividade desta cultivar pode ser em média de 2.146 kg/ha. Sendo seu plantio indicado para a região Nordeste, mas podendo ser cultivada em outras regiões, que sejam isentas de

doenças, por ser suscetível a doenças tanto de solo como foliares. A colheita das fibras não deve ser prolongada, para evitar a exposição excessiva ao sol, assim mantendo uma boa qualidade da coloração da fibra (EMBRAPA, 2022).

3.2 Doenças no algodoeiro

O algodoeiro é uma cultura que tem boa adaptação às condições edafoclimáticas do país, mas necessita de atenção quanto o manejo fitossanitário, levando em consideração que muitas das cultivares são suscetíveis a mais de uma doença, o que eleva a probabilidade do aparecimento de surtos epidêmicos (CHALAM et al., 2020; MAYRINCK et al., 2020).

A nível mundial, o algodoeiro é acometido por aproximadamente 250 patógenos, sendo relatados 40 deles no Brasil. Entre estes, 90% são fungos e os demais são bactérias, vírus, nematoides e fitoplasmas. A maioria dos patógenos no algodoeiro se destacam como pragas secundárias, por não ocasionarem danos econômicos expressivos (AMORIM et al., 2016).

Dentre as diversas doenças que infectam o algodoeiro, destacam-se a fusariose (*Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*), mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary), a ramulose (*Colletotrichum gossypii* South var. *cephalosporioides*), mancha de ramularia (*Ramularia areola*), bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum*), nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp) e mosaico comum (*Abutilon mosaic virus* - AbMV) (GOULART, 2016; LOPES et al., 2017).

A murcha de *Fusarium* é causada pelo fungo *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (*Fov*), os sintomas se iniciam nas folhas basais apresentando perda de turgescência, amarelecimento, crestamento do limbo e em seguida a queda destas folhas. A disseminação do patógeno pode ser por partículas de terra contaminada por máquinas agrícolas, pela água ou pelo vento e a longas distâncias sua dispersão é através de sementes contaminadas. Áreas de cultivos, uma vez contaminadas, permanecem assim por um longo período, devido ao fato que o fungo produz esporos de resistência, chamados de clamidósporos. Plantas infectadas pelo *Fov* são menores e apresentam folhas e capulhos com menores dimensões (AMORIM et al., 2016; FARIAS et al., 2019).

O primeiro relato do *Fov* no Brasil foi realizado pelo Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo no ano de 1935, por meio do recebimento de material aparentemente infectado, com sintomas de escurecimento dos vasos do xilema de planta de algodoeiro, variedade Texas. Essas amostras foram oriundas da Estação Experimental, da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária - EMEPA em Alagoinha, Paraíba, sendo essa a primeira constatação do patógeno no país (KRUG, 1936; AMORIM et al., 2016).

As cultivares utilizadas no manejo da murcha de *Fusarium* não são altamente resistentes, dificultando o seu controle. Apesar disso, algumas estratégias são importantes para o manejo desse patógeno no campo, como a rotação de culturas e a adesão da exclusão, para evitar a disseminação do patógeno em áreas não contaminadas. Para o manejo de murcha de *Fusarium*, o método mais utilizado é o controle químico, garantindo a produtividade e qualidade da produção, mesmo com a presença do patógeno em campo, porém os efeitos adversos desses produtos químicos têm ocasionado um crescente interesse por uma agricultura sustentável (ASIF et al., 2020; MONTALVÃO et al., 2021).

Entre as doenças que afetam o algodoeiro no Brasil, a ramulose é causada por uma variedade fisiológica do agente causal da antracnose (*Colletotrichum gossypii*), sendo conceituado de *C. gossypii* var. *cephalosporioides* (MORENO-MORAN; BURBANO-FIGUEROA, 2016). Este patógeno pode infectar a planta em qualquer idade e os sintomas aparecem primeiramente nas folhas jovens, no formato de manchas necróticas parcialmente circulares no limbo e alongadas nas nervuras. Com a infecção da planta pode ocorrer nanismo e brotação excessiva dos galhos, danificando formação de capulhos e reduzindo a produtividade (AMORIM et al., 2016; PUIA et al., 2020). As perdas causadas por esta doença podem ser de 70% ou mais, dependendo do nível de incidência deste patógeno no campo (OLIVEIRA et al., 2022).

C. gossypii var. *cephalosporioides* pode sobreviver em solo contaminado por mais um de ano e a principal via de disseminação é a semente. O desenvolvimento da doença ocorre em condições favoráveis, como a alta pluviosidade e boa fertilidade do solo (AMORIM et al., 2016). A temperatura ideal para o seu crescimento está entre 25 e 30 °C (ALMEIDA et al., 2020; MORKELIÛNE et al., 2021). Para o manejo da ramulose, tem sido recomendado o uso de sementes isentas de patógenos ou o tratamento de sementes, uso de cultivares resistentes, rotação de culturas e controle químico da parte aérea (BORÉM; FREIRE, 2014; SALUSTIANO et al., 2014).

3.3 Importância da qualidade de sementes

O processo de domesticação das lavouras e o surgimento da agricultura na história da humanidade constata que as sementes tem um papel de destaque, já que cerca de 90% das espécies agrícolas são propagadas por sementes (ETEBU; NWAUZOMA, 2017). Mesmo antes do avanço dos sistemas agrícolas, há evidências arqueológicas de grão como alimento (COSTA et al., 2021).

A semente, também conhecida como uma das “matérias-primas” da agricultura, requer uma atenção especial no cenário atual, já que não pode ser mais considerada como apenas um

material de propagação vegetativa, mas como um veículo de tecnologia e inovação, ao alcance da maioria dos agricultores em consequência da dinâmica da cadeia produtiva (BAGATELI et al., 2020).

O baixo vigor das sementes pode formar um estande com plantas inadequadas ao padrão, devido as sementes apresentarem redução na velocidade de germinação e emergência, resultando em plantas com tamanho inicial baixo e assim gerando uma diminuição na matéria seca, menor área foliar e atenuação da taxa de crescimento das plantas. Tais fatores interferem no estabelecimento da cultura e seu desenvolvimento durante o ciclo, causando prejuízos no rendimento econômico final (XAVIER et al., 2020). Entre os fatores que influenciam na qualidade das sementes estão as condições de temperatura e umidade relativa do ar no ambiente de armazenamento. Estes fatores podem favorecer na velocidade do processo de deterioração (CAIXETA et al., 2014). Através do armazenamento, a umidade relativa do ar auxilia para manter o teor de água da semente, e a temperatura regula a velocidade dos processos respiratórios e bioquímicos (SEGNOU et al., 2012; BEWLEY et al., 2013).

A qualidade de sementes está associada ao conjunto de características que proporcionam a produção de plantas vigorosas e saudáveis. São consideradas sementes de alta qualidade aquelas que apresentam características físicas, genéticas, fisiológicas e sanitárias satisfatórias. Essas características são essenciais para que as plantas sejam capazes de expressar todo o seu potencial, possibilitando altos rendimentos na produção (ZUCARELI et al., 2015; SCARIOT et al., 2017; NÓBREGA; NASCIMENTO, 2020). A máxima qualidade das sementes é obtida a partir da maturidade fisiológica, após esse estágio, se as sementes permanecerem na planta ocorrerá a perda da qualidade, devido ao início de uma série de alterações que podem ser fisiológicas, bioquímicas e físicas que resultam na redução do vigor e na capacidade de germinação das mesmas (MELO et al., 2014; MARCOS FILHO, 2015).

Os microrganismos são considerados importantes agentes que provocam expressivos danos nas sementes, pois além de estarem relacionados à qualidade sanitária podem afetar a germinação e o vigor, além de acelerar o processo de deterioração durante o armazenamento (FANTAZINNI et al., 2016). A utilização de sementes infectadas proporciona a introdução desses patógenos em áreas isentas, originando assim o início do ciclo da doença no campo (CHALAM et al., 2020). A associação de patógenos às sementes de algodoeiro pode causar a deterioração de sementes, podridão das raízes e colo, tombamento de plântulas, redução do crescimento, deformação, amarelecimento, murcha e morte das plantas infectadas (SUASSUNA; COUTINHO, 2015; FARIAS et al., 2019).

O tratamento de sementes é uma prática utilizada como o objetivo de minimizar a incidência de patógenos presentes nas mesmas, além de proporcionar, na semeadura, proteção

contra os patógenos que sobrevivem no solo (BASEGGIO et al., 2019). A utilização de diversos produtos como os químicos, biológicos, físicos, inoculantes, estimulantes, e micronutrientes, podendo ser aplicados isoladamente ou combinados, além de promover a redução de patógenos presentes nas sementes, também favorecem nos aspectos fisiológicos e no desenvolvimento das plântulas (PEREIRA et al., 2019; AMARO et al., 2020).

3.4 Métodos alternativos para o manejo de doenças de plantas

Geralmente, o método mais usado pelos produtores tão no controle de doenças como pragas é a utilização de produtos químicos que, consequentemente, pode causar grande impacto ambiental, como a contaminação do solo, rios, fauna, flora e principalmente riscos à saúde humana. Diante disso, alguns setores do mercado agrícola se direcionam na obtenção de produtos diferenciados para o controle convencional, demonstrando produtos com características naturais que sejam capazes de ativar os mecanismos de defesa da planta (RUFINO et al., 2018). Os elicitores de resistência, tem demonstrado resultados satisfatórios no controle de fitopatógenos, em que são capazes de impedir o desenvolvimento dos microrganismos, além de proporcionar baixo impacto ambiental, apresentando-se como uma forma de controle bastante propícia na procura por uma agricultura com mais qualidade (LUIZ et al., 2016; LÓPEZ-GUERRERO et al. 2019).

Uma das alternativas de elicitor de resistência em plantas cultivadas é o silício (Si). A eficiência do Si no controle de doenças tem sido atribuída ao ‘priming’ da planta, assim, ativando com mais rapidez e intensidade os mecanismos de defesa, como fitoalexinas, lignina, compostos fenólicos, antioxidantes e as enzimas ligadas à patogênese, além de proporcionar aumento na resistência mecânica da parede celular, dificultando o ataque de patógenos na planta (KIDO et al., 2015; KOWAL et al., 2020). Plantas de milho (*Zea mays*) oriundas de sementes inoculadas com *Fusarium* spp. e tratadas com Agrosilício Plus® apresentaram ativação da enzima fenilalanina amônia-liase (FAL) (MARTINS et al., 2021).

Outro elicitor usado com sucesso no manejo de doenças é o fosfito de potássio. Esse atua como um inibidor, diretamente na infecção do patógeno ou indiretamente na indução de mecanismo de defesa na planta, como no aumento de lignina, compostos fenólicos solúveis e na ativação das enzimas peroxidase, quitina e a 1-3 beta glucanase (ARAÚJO et al., 2015). Costa et. al. (2017) constataram que ao utilizar fosfito de potássio no controle da antracnose do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), o produto foi eficiente, agindo diretamente no patógeno e na ativação das enzimas β -1,3-glucanase, peroxidase e quitinase.

Outra opção de elicitor e bastante estudados são os aminoácidos, esses aplicados em diferentes formas e culturas, com a finalidade de melhorar o desempenho de sementes e plantas

no campo. Nas plantas proporciona a ativação do metabolismo fisiológico, promovendo o crescimento e melhoria na qualidade dos produtos no momento da colheita. Os aminoácidos por meio do processo de catabolismo podem produzir compostos da cadeia de carbono para o ciclo de Krebs, auxiliando na respiração e produção de energia na planta (HILDEBRANDT et al., 2015; MONDAL et al., 2015)

O AgroMos[®] atua no controle de doença a partir da formação de uma fina camada de manano-oligossacarídeo depositado sobre as folhas, hastes e frutos, essa camada dificulta a fixação do fitopatógeno sobre a folha. Também desempenha função de indutor de resistência, ativando metabolismo de defesa na planta (SOARDI et al., 2017). Quando utilizado AgroMos[®] em plantas de trigo (*Triticum aestivum* L.) foi evidenciado a eficiência no controle de mancha marrom (*Bipolaris sorokiniana*) e intensificando a atividade enzimática da peroxidases nas folhas (IURKIV et al., 2017).

Plantas de arroz (*Oryza sativa* L.) tratadas com Amino Plus[®] não sofreram interferência nas variáveis comprimento das panículas, número de espiguetas e de grãos por panícula, esterilidade de espiguetas, peso de 1000 grãos e rendimento de grãos (DARIO et al., 2014). Polo (2018), utilizando diferentes fertilizantes foliares na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.), evidenciou que o tratamento Liqui-Plex[®] Bonder apresentou maior valor para o diâmetro de planta. A utilização de Aminoagro Folha Top proporcionou influência positiva nas fases de produção de mudas e em campo de alface, sendo observadas mudas mais desenvolvidas e maior qualidade do produto no período da colheita (LUZ et al., 2010).

3.5 Indução a resistência de plantas a patógenos

A indução de resistência é conceituada como a ativação dos mecanismos latentes de defesa das plantas no controle de fitopatógenos, podendo ocorrer a partir da utilização de tratamento com moléculas eliciadoras, de origem biótica ou abiótica (LORENZETTI et al., 2018). Através da indução de resistência, as plantas produzem compostos que possuem efeitos adversos nos patógenos, como a formação de barreiras estruturais, produção de substâncias tóxicas, restrições no avanço de agentes indutores de injúrias e na expressão gênica relacionada à manifestação das mais diversificadas formas de resistência (NAWROCKA et al., 2018; SIQUEIRA et al., 2019).

A ativação destes mecanismos de defesa da planta pode ocorrer por duas vias: pela resistência sistêmica adquirida (RSA) e resistência sistêmica induzida (RSI) (SILVA et al., 2022). A resistência sistêmica adquirida é caracterizada pelo acúmulo do ácido salicílico produzido com frequência após ao ataque do patógeno, responsável pela expressão de proteínas ligadas à patogênese. Já a resistência sistêmica induzida (RSI) é conceituada como a interação

planta-microrganismos, acontece quando a planta fica exposta a agentes, esses bióticos ou abióticos (MELLO et al., 2020).

O processo denominado de “priming” está relacionado a indução de resistência da planta a fitopatógenos. Esse fenômeno faz com que as células vegetais respondam a um estímulo provocado por microrganismos, ferimentos, insetos herbívoros ou estresses abióticos, apresentando uma maior rapidez nas respostas de defesa das plantas (RAMÍREZ-CARRASCO et al., 2017; PASCHOLATI; DALIO, 2018).

Vários mecanismos podem ser ativados através da indução de resistência, como ativação de genes que codificam proteínas relacionadas à patogênese, produção de fitoalexinas e as enzimas peroxidase, polifenoloxidase, β -1,3-glucanase e quitinase (BARROS et al. 2010; SCHONS et al., 2022). A indução de resistência também pode ser considerada uma atividade de amplo espectro, pois, quando ativadas, essas enzimas são capazes de resultar na defesa da planta no controle de inúmeros patógenos (PASCHOLATI; DALIO, 2018).

A enzima fenilalanina amônia-liase, quando induzida desempenha um papel importante nas reações do metabolismo de compostos fenólicos, sendo responsável pela desaminação da L-fenilalanina, convertendo-a em amônia e ácido trans-cinâmico (SCHWAN-ESTRADA et al., 2008; LORENZETTI et al., 2018). A peroxidase é considerada uma proteína relacionada à patogênese (proteínas RP) pertencente à família RP-9. Essa enzima desempenha um papel importante na lignificação, metabolismo e suberização da parede celular, produção de fitoalexinas e estando presente em respostas de hipersensibilidade (STANGARLIN et al., 2011; CAMOCHENA et al., 2019). A polifenoloxidase (PPO) é uma enzima responsável por catalisar a reação de oxidação dos polifenóis, sendo transformados em quinonas com elevada toxidez. Esses são, em geral, liberados quando a célula é rompida, através de danos mecânicos ou pela ação de um patógeno (HENDGES et al., 2021 SCHONS et al., 2022).

4. REFERÊNCIAS

ABRAPA. Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. Estatísticas - **Algodão no Brasil**. Disponível em: < <http://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-no-brasil.aspx> >. Acesso em: 12 de janeiro. de 2022

ALCANTARA, H. P.; PORTO, F. G. M. Influência de fertilizante foliar com aminoácidos na cultura do jiló. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 6, p. 5554-5563, 2019.

ALMEIDA, M. F.; COSTA, S. S.; DIAS, I. E.; SIQUEIRA, C. S.; MACHADO, J. C. Specificity and sensibility of primer pairs in the detection of *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* in cotton seeds by PCR technique. **Journal of Seed Science**, v.42, p.1-9, 2020.

AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). Manual de fitopatologia, volume 2: Doenças das plantas cultivadas. 5 ed. São Paulo: **Agrônômica Ceres**. v.2, p. 772, 2016.

AMARO, H. T. R.; COSTA, R. C.; PORTO, E. M. V.; ARAÚJO, E. C. M.; FERNANDES, H. M. F. Tratamento de sementes com produtos à base de fertilizantes e reguladores de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 26, n. 1, p. 222-242, 2020.

ARAÚJO, L.; BISPO, W. M. S.; RIOS, V. S.; FERNANDES, S. A.; RODRIGUES, F. A. Induction of the phenylpropanoid pathway by acibenzolar-s-methyl and potassium phosphite increases mango resistance to *Ceratocystis fimbriata* infection. **Plant Disease**, St. Paul, v. 99, n. 4, p. 447-459, 2015.

ASIF, R.; SIDDIQUE, M. H.; ZAKKI, S. A.; RASOOL, M. H.; WASEEM, M.; HAYAT, S.; MUZAMMIL, S. Saccharothrix algeriensis nr1 b-24137 potentiates chemical fungicide carbendazim in treating *fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum*-induced cotton wilt disease, **Dose-Response: An International Journal**, v. 18, n. 3, pág. 1-9, 2020.

BAGATELI, JR.; FRANCO, J.J; MENEGHELLO, G.E.; VILLELA, F.A. Vigor de sementes e densidade populacional: reflexos na morfologia de plantas e produtividade da soja **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.6, p.38686-38718, 2020.

BARROS, F. C.; SAGATA, E.; FERREIRA, L. D. C., JULIATTI, F. C. Indução de resistência em plantas contra fitopatógenos. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 2, p. 231-239, 2010.

BARROSO, P. A. V.; SUASSUNA, N. D.; PEDROSA, M. B.; MORELLO, C. L.; SILVA FILHO, J. L.; LAMAS, F. M.; BOGIANI, J. C. BRS 368 RF: A glyphosate tolerant, midseason upland cotton cultivar for Northeast and North Brazilian cerrado. **Crop Breed and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.17, n.4, p. 399-402, 2017.

BASEGGIO, E. R.; REIK, G. G.; PIOVESAN, B.; MILANESI, P. M. Atividade antifúngica de extratos vegetais no controle de patógenos e tratamento de sementes de trigo. **Revista Científica Rural**, v. 21, n. 1, p. 22-33, 2019.

BAYTAR, A. A.; ERDOGAN, O.; FRARY, A.; FRARY, A.; DOGANLAR, S. Molecular diversity and identification of alleles for *Verticillium* wilt resistance in elite cotton (*Gossypium hirsutum* L.) germplasm. **Euphytica**, v. 213, n. 2, p.1-11, 2017.

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**, 3 ed. New York: Springer. 2013. 392p.

BORÉM, A.; FREIRE, E. C. (Org.). **Algodão do Plantio à colheita**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2014. v. 1. 312p.

CAIXETA, F.; VON PINHO, É. V. R.; GUIMARÃES, R. M.; PEREIRA, P. H. A. R.; CATÃO, H. C. R. M. Physiological and biochemical alterations during germination and storage of habanero pepper seeds. **African Journal of Agricultural Research**, v.9, p.627-635, 2014.

CAMOCHENA, R. C.; STEILMAN, P.; SANTOS, I. D.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; OLIVEIRA, M. D. C. Ação de fosfitos de potássio no manejo de mofo branco em soja. **Summa Phytopathologica**, v. 46, n. 3, p. 260-266, 2020.

CARVALHO, L. P.; RODRIGUES, J. I. S.; FARIAS, F. J. C. Seleção de linhas de algodão para alto teor de óleo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 7, p. 530-538, 2017.

CARVALHO, L. P.; SALGADO, C. C.; FARIAS, F. J. C. Estabilidade e adaptabilidade de genótipos de algodão de fibra colorida quanto aos caracteres de fibra. **Ciência Rural**, v. 45, n. 4, p. 598-605, 2015.

CHALAM, V. C.; DEEPIKA, D. D.; ABHISHEK, G. J.; MAURYA, A. K. Major Seed-Borne Diseases of Agricultural Crops: International Trade of Agricultural Products and Role of Quarantine. In: KUMAR, R.; GUPTA, A. **Seed-Borne Diseases of Agricultural Crops: Detection, Diagnosis & Management**, Springer, Singapore, 2020. p. 25-61.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **A Cultura do Algodão: análise dos custos de produção e da rentabilidade nos anos-safra a 2020/21**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 07 de maio de 2022.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safra 2019/20: décimo primeiro levantamento**. Brasília: Conab, p. 109. 2021.

COSTA, C. J.; MENEGHELLO, G. E., JORGE, M. H. A.; COSTA, E. The importance of physiological quality of seeds for agriculture. **Colloquium Agrariae**, v. 17, n.4, p. 102-119, 2021.

COSTA, B. H. G.; RESENDE, M. L. V.; MONTEIRO, A. C. A, RIBEIRO JÚNIOR, PM, BOTELHO, D. M. S.; SILVA, B. M. Fosfitos de potássio na proteção de plantas de feijoeiro contra antracnose e respostas bioquímicas de defesa. **Journal of Phytopathology**, v. 166, n. 2, p. 95-102, 2018.

DALLAGNOL, L. J.; ARAÚJO FILHO, J. V. **Resistência genética de plantas a patógenos**. Pelotas: UFPel, 2018. v. 400, 437p.

DALLAGNOL, L. J.; RODRIGUES, F. A.; PASCHOLATI, S. F.; FORTUNATO, A.A.; CAMARGO, L. E. A. Comparison of root versus foliar applied potassium silicate in potentiating post infection defences of melon against powdery mildew. **Plant Pathology**, v. 64, n. 5, p. 1085-1093, 2015.

DARIO, G. J. A.; DARIO, I. S. N.; VAZQUEZ, G. H.; PERES, A. R. Adubação foliar com produtos à base de aminoácidos e fosfito na cultura do arroz irrigado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 13, n. 2, pág. 119-129, 2014.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema de Produção Embrapa – Cultura do Algodão Herbáceo na Agricultura Familiar. Disponível em: <<https://www.spo.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 22 de abril de 2022.

ETEBU, E.; NWAUZOMA, A. B. A mini-review on the development and emerging perspectives of seed pathology. **Microbiology Research International**, v. 5, n. 1, p. 1-7, 2017.

FANTAZZINI, T. B.; GUIMARÃES, R. M.; CLEMENTE, A. C. S.; CARVALHO, E. R.; MACHADO, J. C. *Fusarium verticillioides* inoculum potential and its relation with the physiological stored corn seeds quality. **Bioscience Journal, Uberlândia**, v. 32, n. 5, p. 1254-1262, 2016

FARIAS, O. R.; NASCIMENTO, L. C.; CRUZ, J. M. L.; SILVA, H. A. O.; OLIVEIRA, M. D. M.; BRUNO, R. L. A.; ARRIEL, N. H. C. Biocontrol Potential of *Trichoderma* and *Bacillus* Species on *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 34, n. 1, p. 1-11, 2019

FERNANDES, C. F.; VIEIRA, JÚNIOR, J. R.; SILVA, D. S. G.; REIS, N. D.; ANTUNES JÚNIOR, H. **Mecanismos de defesa de plantas contra o ataque de agentes fitopatogênicos**. Rondônia: Embrapa, (Documentos, 133). 2009. 14p.

FREIRE, E. C.; BELTRÃO, N. E. M.; VALE, D. G. Cultivar BRS Aroeira (elevado teor de óleo) e o seu manejo cultural. 2.ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009.

GADELHA, I. C. N.; FONSECA, N. B. S.; OLORIS, S. C. S.; MELO, M. M.; SOTOBLANCO, B. Gossypol toxicity from cottonseed products. **The Scientific World Journal**, London, p. 1-11, 2014.

GOULART, A. C. P. Reação de cultivares de algodoeiro a *Rhizoctonia solani* na fase de plântula e benefícios do tratamento de sementes com fungicidas. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 4, p. 308-312, 2016.

GUERRA, A. M. N.; RODRIGUES, F. A.; BERGER, P. G.; BARROS, A. F.; SILVA, Y. C. R.; LIMA, T. C. Aspectos bioquímicos da resistência do algodoeiro à ramulose potencializada pelo silício. **Bragantia**, v. 72, p. 292-303, 2013.

HENDGES, C.; STANGARLIN, J. R.; ZAMBAN, V. C.; MASCARO, M. H. N.; CARMELO, D. B. Antifungal activity and control of early blight in tomato through tea tree essential oil. **Crop Protection**, v. 148, p. 1-8, 2021.

HILDEBRANDT, T. M.; NESI, A. N.; ARAÚJO, W. L.; BRAUN, H. P. Amino acid catabolism in plants. **Molecular Plant**, v.8, n. 11, p.1563- 1579, 2015.

ICAC. International Cotton Advisory Committee. **Cotton: Review of the World Situation**. Disponível em: <<https://www.icac.org/Publications/PastIssues?Id=64>>. Acesso em: 19 de Maio de 2022.

IURKIV, L.; DILDEY, O. D. F.; COLTRO-RONCATO, S.; GONÇALVES-TREVISOLI, E. D. V.; RISSATO, B. B.; GUIMARÃES, V. F.; STANGARLIN, J. R. Control of *Bipolaris sorokiniana* in wheat and interference on diazotrophic endophytes. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 3, p. 321-327, 2017.

KIDO, N.; YOKOYAMA, R.; YAMAMOTO, T. FURUKAWA, J.; IWAI, H.; SATOH, S.; NISHITANI, K. The matrix polysaccharide (1;3,1;4) -beta-D-glucan is involved in silicon dependent strengthening of rice cell wall. **Plant and Cell Physiology**, v. 56, n. 2, p. 268-276, 2015.

KOWAL, A. N.; WURZ, D. A.; FAGHERAZZI, A. F.; RIBEIRO, D. M.; NIZER, M. Aplicação foliar de silício reduz a ocorrência de doenças fúngicas na cultura do morangueiro. **Revista Eletrônica Científica Da UERGS**, v. 6, n. 2, p. 150-154, 2020.

KRUG, H. P. *Fusarium* como causador da murcha do algodoeiro no Brasil. **Rodriguesia**, n.2, p. 319-321, 1936.

LIMA, T. C; AQUINO, L. A; BERGER, P.G. Botânica. In: **Algodão: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2014. p.50-66.

LÓPEZ-GUERRERO, A. G.; RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, A. M.; MOUNZER, O.; ZENTENO-SAVÍN, T.; RIVERA-CABRERA, F.; IZQUIERDO-OVIEDO, H.; SORIANO-MELGAR, L. D. A. A. Efeito de oligossacarinas na vida de vaso de lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) cv. 'Mariachi blue'. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**. v. 95, n. 3, p. 316-324, 2020.

LOPES, L. O.; LACERDA, J. J. J.; MIELEZRSKI, F.; RATKE, R. F.; LIRA, D. N. S.; PACHECO, L. P. Efeito de fungicidas para o controle da *Ramularia areola* na cultura do algodoeiro. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 3, p. 229-235, 2017.

LORENZETTI, E.; STANGARLIN, J. R.; KUHN, O. J.; PORTZ, R. L. Indução de resistência à *Macrophomina phaseolina* em soja tratada com extrato de alecrim. **Summa Phytopathologica**, v. 44, p. 45-50, 2018.

LUIZ, C.; SCHAUFFLER, G. P.; LEMOS-BLAINSKI, J. M.; ROSA, D. J.; DI PIERO, R. M. Mechanisms of action of aloe polysaccharides and xanthan gum for control of black rot in cauliflower. **Scientia Horticulturae**, v. 200, p. 170–177, 2016

LUZ, J. M. Q.; OLIVEIRA, G.; QUEIROZ, A. A.; CARREON, R. Aplicação foliar de fertilizantes organominerais em cultura de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 3, p. 373-377, 2010.

MACÊDO, J. A.; CASTELLANI, M. A.; SANTOS, F. D. A. R.; OLIVEIRA, P. P.; MALUF, R. P. Fontes alternativas de pólen utilizadas pelo bicudo-do-algodoeiro em duas Regiões produtoras de algodão na Bahia. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 255-262, 2015.

MANIÇOBA, R. M.; SOBRINHO, J. E.; ZONTA, J. H.; CAVALCANTE JUNIOR, E. G.; OLIVEIRA, A. K. S.; FREITAS, I. A. S. Resposta do algodoeiro à supressão hídrica em diferentes fases fenológicas no semiárido brasileiro. **IRRIGA**, v. 26, n. 1, p. 123-133, 2021.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**, 2ª ed. Londrina: ABRATES. 2015. 660p.

MARQUES FILHO, A. C.; RUSCONI, L. H.; SILVA, P. R. A. Plantabilidade e distribuição longitudinal de sementes de algodão com diferentes conjuntos disco-anel em dosador mecânico. **Energia na agricultura**, v. 35, n. 4, p. 476-483, 2020.

MAURI, A. L.; ARAUJO, E. F.; AMARO, H. T. R.; ARAUJO, R. F.; PRUCOLI, S. C. Tratamentos sanitários na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de tomate produzidas sob manejo orgânico. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 4, p. 991-999, 2019.

MAYRINCK, L. G.; LIMA, J. M. E.; GUIMARÃES, G. C.; NUNES, C. A.; OLIVEIRA, J. A. Use of near infrared spectroscopy in cotton seeds physiological quality evaluation. **Journal of Seed Science**, v. 42, e202042016, 2020.

MELO, P. C. D.; COLLELA, C. F.; SOUSA, T.; PACHECO, D.; COTAS, J.; GONÇALVES, A. M. M.; BAHCEVANDZIEV, K.; PEREIRA, L. Seaweed-Based Products and Mushroom β -Glucan as Tomato Plant Immunological Inducers. **Vaccines**, v. 8, n. 524, p. 1-13, 2020.

- MELO, A. M. T.; NASCIMENTO, W. M.; FREITAS, R. A. Produção de sementes de pimenta. In: NASCIMENTO, W. M. **Produção de sementes de hortaliças**. Brasília, Embrapa. p.169-197. 2014.
- MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. **Trichoderma: uso na agricultura**. 1. ed. Brasília: Embrapa Soja, 2019. 538p.
- MOHAMMADI, P.; KHOSHGOFTARMANESH, A. H. The effectiveness of synthetic zinc (Zn)-amino chelates in supplying Zn and alleviating salt-induced damages on hydroponically grown lettuce. **Scientia Horticulturae**, v.172, p.117-123, 2014.
- MONDAL, M. F.; ASADUZZAMAN, M.; TANAKA, H.; ASAO, T. Effects of amino acids on the growth and flowering of *Eustoma grandiflorum* under autotoxicity in closed hydroponic culture. **Scientia Horticulturae**, v.192, p.453-459, 2015.
- MONTALVÃO, S. C. L.; CASTRO, M. T.; BLUM, L. E. B.; MONNERAT, R. G. Biocontrol of *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* with *Bacillus* spp. strains. **Journal of Agricultural Science**, v. 13, n. 9, p. 1-17, 2021.
- MORENO-MORAN, M.; BURBANO-FIGUEROA, O. First report of *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* causing cotton ramulosis in Colombia. **The American Phytopathological Society**, v.100, p.653, 2016.
- MORKELIŪNE, A.; RASIUKIČIŪTE, N.; VALIUŠKAITE, A. Meteorological conditions in a temperate climate for *Colletotrichum acutatum*, strawberry pathogen distribution and susceptibility of different cultivars to anthracnose. **Agriculture**, v.11, n. 1, p.1-13, 2021.
- NASCIMENTO, D. M.; RIBEIRO-JUNIOR, M. R.; SANTOS, P. L.; PEREIRA, A. E.; KRONKA, A. Z. Óleos essenciais no tratamento de sementes. Revisão anual de patologia de plantas, v. 27, n. 1, p. 77-90, 2021.
- NATIVITAS-LIMA, I.; CALDERÓN-ZAVALA, G.; LEYVA-MIR, S. G.; COLINAS-LEÓN, M. T. B.; CORTÉS-FLORES, J. I.; SAUCEDO-VELOZ, C. Uso de elicitores e fungicidas no manejo pós-colheita de *Monilinia fructicola* em pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 43, n. 3, p. 1-12, 2021.
- NAWROCKA, J.; SZCZECHE, M.; MAŁOLEPSZA, U. *Trichoderma atroviride* enhances phenolic synthesis and cucumber protection against *Rhizoctonia solani*. **Plant Protection Science** v. 54, n. 1 p. 17-23, 2018.
- NÓBREGA, J. S.; NASCIMENTO, L. C. Sanidade de sementes e sua influência no controle de fitopatógenos. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, pág. 1-20, 2020.
- NIKKEL, M.; LIMA, S. O. Crescimento inicial de algodão cultivado em plintossolo pétrico concrecionário. **Energia na Agricultura**, v. 35, n. 3, p. 360-369, 2020.
- OLIVEIRA, M. D. M.; VARANDA, C. M. R.; FÉLIX, M. R. F. Induced resistance during the interaction pathogen x plant and the use of resistance inducers. **Phytochemistry Letters**, v. 15, p. 152-158, 2016.
- OLIVEIRA, M. D. M.; ALMEIDA, V. C.; ARAÚJO, A. E.; NASCIMENTO, L. C. Caracterização morfofocultural e patogênica de *Colletotrichum gossypii* e *Colletotrichum*

gossypii var. *cephalosporioides* sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, n. 6, p. 420-424, 2022.

PASCHOLATI, S. F.; DALIO, R. J. D. Fisiologia do parasitismo: como as plantas se defendem dos patógenos. In: AMORIM, L; REZENDE JAM; BERGAMIN FILHO, A (eds). **Manual de Fitopatologia**, volume 2: Princípios e Conceito. 5.ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda, cap. 35, p.424-450, 2018.

PEREIRA, F. S., STEMPKOWSKI, L. A., VALENTE, J. B., KUHNEM, P. R., LAU, D., CASA, R. T.; DA SILVA, F. N. Tratamento de sementes sobre a germinação, o vigor e o desenvolvimento do trigo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 3, p. 395-399, 2019.

PIETERSE, C. M. J.; VAN LOON, L. C. Salicylic acid-independent plant defense pathways. **Trends in plant science**. v. 4, n. 2, p. 52-58, 1999.

POLO, L. G. **Fertilizantes foliares na cultura do alface**. 2018. 29 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Fundação Educacional Michel Mofarrej, Ourinho, 2018.

PUIA, J. D.; MARTINS, B. R.; HOSHINO, A. T.; BORSATO, L. C.; FERREIRA, M. G. D. B.; CARVALHO, M. A. DE; MACHADO, J. A.; MEHTA, Y. R.; VIGO, S. C. *Colletotrichum gossypii* f. sp. *cephalosporioides*: Differential behavior of cotton strains. **Brazilian Journal of Animal and environmental Research**, v. 3, n. 2, p.738-746, 2020.

QUEIROZ, D. R.; FARIAS, F. J. C.; CAVALCANTI, J. J. V.; CARVALHO, D. G.; SOUZA, L. S. S.; FARIAS, F. C.; TEODORO, P. E. Diaallel analysis for technological traits in upland cotton. **Genetics and Molecular Research**, São Paulo, p.1-8, 2017.

RAMÍREZ-CARRASCO, G.; MARTÍNEZ-AGUILAR, K.; ALVAREZ-VENEGAS, R. Transgenerational defense priming for crop protection against plant pathogens: a hypothesis. **Frontiers in Plant Science**. v. 8, p. 1-8, 2017.

RIBEIRO, E. B.; CASTELLANI, M. A.; ANDRADE, D. J.; PRADO, R. M.; SOUZA, L. A. S.; FREIRE, D. S.; SAVI, P. J. Aspectos biológicos do ácaro-rajado em plantas de morangueiro sob aplicação de silício. **Horticultura Brasileira**, v. 39, p. 5-10, 2021.

ROBERTS, M. R.; TAYLOR, J. E. Exploiting plant induced resistance as a route to sustainable crop protection. **Plant Pathogen Resistance Biotechnology**, p. 319-328, 2016.

RUFINO, C. P. B.; ARAÚJO, C. S.; NOGUEIRA, S. R. Desafios na utilização do controle biológico de doenças de plantas na Amazônia. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 5, n. 1, 2018.

SALUSTIANO, M. E.; RONDON, M. N.; ABREU, L. M.; COSTA, S. DA S.; MACHADO, J. DA C.; PFENNING, L. H. The etiological agent of cotton ramulosis represents a single phylogenetic lineage within the *Colletotrichum gloeosporioides* species complex. **Tropical Plant Pathology**, v.39, p.357-367, 2014.

SCARIOT, M. A.; TIBURSKI, G.; REICHERT, F. W.; RADÜNZ, L. L.; MENEGUZZO, M. R. R. Moisture content at harvest and drying temperature on bean seed quality. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47 n. 1, p. 93-101, 2017.

SCHONS, B. C.; BRITO, O. D.; CECATTO JUNIOR, R.; TSUTSUMI, C. Y.; STANGARLIN, J. R.; KUHN, O. J. Rosemary extract formulated with hydrogel in the control of root-knot nematode and in the activation of defense mechanisms in tomato **Horticultura Brasileira**, v. 40, n. 1, p. 107-114, 2022.

SCHOTT, A. D.; MICHELON, C. J.; JUNGES, E.; ROMAGNA, I. S.; SALIN, M. L.; SOARES, R. N. Indutor de resistência associado à fungicidas para controle de doenças na cultura da soja Resistance inducer associated with fungicides for disease control in soybean crops. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 56300-56311, 2021.

SCHWAN-ESTRADA, KRF; STANGARLIN, JR; PASCHOLATI, SF. Mecanismos bioquímicos de defesa vegetal. In: PASCHOLATI, SF (eds). **Interação planta patógeno – fisiologia, bioquímica e biologia molecular**. Piracicaba, 2008. p.227-248.

SEGNOU, J.; AKOA, A.; YOUMBI, E. Viabilité et développement végétatif des plantules de piment (*Capsicum annuum* L.) suivant différents matériels de conditionnement des semences. **Tropicultura**, v.30, n. 1, p.15-23, 2012.

SILVA, L. R.; ZACARONI, A. B.; PEREIRA, P. H.; MUNIZ, C.; BOTELHO, A. S.; MELLO, S. C. M. Trichoderma: suas interações e uma abordagem metodológica aplicada ao estudo de compostos orgânicos voláteis para o mofo-branco e promoção de crescimento de plantas. **Revisão anual de patologia em planta** v. 28, n. 1, p. 163-183, 2022.

SILVA, J. B. G. D.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; TESSMANN, D. J.; MOTERLE, L. M.; SILVA, C. R. Controle de doenças foliares do milho com fosfito de potássio. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 17, n. 1, p. 127-138, 2018.

SIQUEIRA, I. T. D. D.; CRUZ, L. R.; SOUZA-MOTTA, C. M. D.; MEDEIROS, E. V. D.; MOREIRA, K. A. Indução de resistência por acibenzolar-S-metil em feijão caupi no controle da antracnose. **Summa Phytopathologica**, v. 45, n. 1, p. 76-82, 2019.

SOARDI, K.; STEFFENS, C. A.; SOETHE, C.; ANAMI, J. M.; LIMA, L. D.; HENDGES, M. V.; AMARANTE, C. V. Elicitores de resistência reduzem as perdas por podridões pós-colheita em maçãs ‘fuji’. **14ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-congrega urcamp-2017**, p. 1516-1528, 2017.

STANGARLIN, J. R.; KUHN, O. J.; TOLEDO, M.V.; PORTZ, R.L.; PASCHOLATI, S.F. A defesa vegetal contra fitopatógenos. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 10, n. 1, p. 18-46, 2011.

SUASSUNA, N. D.; COUTINHO, W. M. Manejo das principais doenças do algodoeiro no Cerrado brasileiro. In: FREIRE, E.F. **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. Gráfica e Editora Positiva. Brasília, 2015.

TELES, G. C.; FUCK, M. P. Pesquisa e desenvolvimento de cultivares: o perfil tecnológico da cotonicultura brasileira. **Informe Gepec**, Toledo, v. 20, n.1, p. 61-77, 2016.

VARÃO, L. H. R.; SILVA, T. A. L.; ZAMORA, H. D.; PASQUINI, D. Óleo de algodão como matéria prima para a indústria brasileira de biodiesel. **Revista brasileira de energia**, v. 24, n. 1, p. 88-108, 2018.

XAVIER, F.M.; ARENHARDT, L.G.; MENEGHELLO, G.E. Vigor de sementes no desempenho agrônômico da cultura do arroz. **SeedNews**, v.24, n.5, p.17-22, 2020.

ZABOT L. A. **Cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.)**. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/nppce/disciplinas/algodao.pdf>> Acesso em: 05, julho, 2017.

ZUCARELI, C.; BRZEZINSKI, C. R.; ABATI, J.; WERNER, F.; RAMOS JÚNIOR, E. U.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica de sementes de feijão carioca armazenadas em diferentes ambientes. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 19, n. 8, p. 803-809, 2015.

Capítulo II
ELICITORES DE RESISTÊNCIA NA QUALIDADE DE SEMENTES DE
ALGODOEIRO

SILVA, H. F. **Elicitores de resistência na qualidade de sementes de algodoeiro**. (Doutorado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB. 2022.

RESUMO

O Brasil é o quarto maior produtor de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e a sua propagação é por meio de sementes. Porém, as sementes podem introduzir fitopatógenos em áreas isentas e afetar grandemente a produção. Uma opção bastante promissora ao uso de fungicidas sintéticos é a utilização de elicitores de resistência no controle de fungos em sementes. O objetivo do trabalho foi determinar a eficiência dos elicitores na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de *G. hirsutum*. O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia, sendo utilizadas sementes de cinco cultivares de algodoeiro produzidas na Paraíba nos municípios de Remígio, (BRS Rubi e BRS Aroeira), Itaporanga, (BRS Aroeira), Ingá, (BRS Verde) e a cultivar BRS 368 RF obtida pela EMBRAPA Algodão, localizada em Campina Grande – PB. Os tratamentos utilizados foram AgroMos® (3 mL L⁻¹); Agrosilício Plus® (3 g L⁻¹); Folha Top® Aminoagro (1,5 mL L⁻¹); Amino Plus® (1,5 mL L⁻¹); Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Bonder (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® CaMg+B (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Fast (1,5 mL L⁻¹), Captana (240 g 100 kg⁻¹ de sementes) e a testemunha, usando água destilada esterilizada (ADE). As sementes foram submetidas aos testes de sanidade, germinação e emergência com 200 sementes para cada tratamento, sendo no teste de sanidade distribuídas em vinte repetições de dez sementes e nos testes de germinação e emergência quatro repetições de 50 sementes por tratamento. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 10 × 5. Nas sementes das cultivares de algodoeiro foram identificados os fungos: *Aspergillus* sp., *Aspergillus niger*, *Chaetomium* sp., *Cladosporium* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Nigrospora* sp., *Penicillium* sp. e *Rhizopus* sp. Os elicitores de resistência reduziram consideravelmente a incidência de *Curvularia* sp., *Fusarium* sp. e *Nigrospora* sp. Os tratamentos à base silício, fosfito de potássio e aminoácidos influenciaram positivamente no vigor das sementes das cultivares de algodoeiro avaliadas.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum*; patologia de sementes; emergência; vigor.

SILVA, H. F. **Resistance elicitors on cotton seed quality.** (Doutorado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB. 2022.

ABSTRACT

Brazil is the fourth largest producer of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and its propagation is through seeds. However, seeds can introduce phytopathogens in exempt areas and greatly affect production. A very promising option to the use of synthetic fungicides is the utilization of resistance elicitors in the control of fungi in seeds. The objective of work was to determine the efficiency of elicitors the sanitary and physiological quality of *G. hirsutum* seeds. The experiment was conducted out at the Phytopathology Laboratory, being used seeds of five cotton cultivars produced in Paraíba in the municipalities of Remígio, (BRS Rubi and BRS Aroeira), Itaporanga, (BRS Aroeira), Ingá, (BRS Verde) and the cultivar BRS 368 RF obtained by EMBRAPA Algodão, located in Campina Grande – PB. The treatments used were: AgroMos® (3 mL L⁻¹), Agrosilicon (3 g L⁻¹), Top Folha® Aminoagro (1.5 mL L⁻¹), Amino Plus® (1.5 mL L⁻¹), Potassium Phosphite (3 mL L⁻¹), Lique Plex® Bonder (1.5 mL L⁻¹), Lique Plex® CaMg+B (1.5 mL L⁻¹), Lique Plex® Fast (1.5 mL L⁻¹), Azoxystrobin fungicide (400 mL/ha) and control Captana (240 g 100 kg⁻¹ of seeds) and the control, using sterilized distilled water (ADE). The seeds were submitted to sanity, germination and emergence tests with 200 seeds for each treatment, being in the sanity test distributed in twenty repetitions of ten seeds and in the germination and emergence tests four repetitions of 50 seeds per treatment. The experimental design used was completely randomized in a 10 × 5 factorial scheme. The following fungi were identified in the seeds of the cotton cultivars: *Aspergillus* sp., *Aspergillus niger*, *Chaetomium* sp., *Cladosporium* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Nigrospora* sp., *Penicillium* sp. and *Rhizopus* sp. Resistance elicitors considerably reduced the incidence of *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., and *Nigrospora* sp. The treatments based on silicon, potassium phosphite and amino acids influencing at the seed vigor of the evaluated cotton cultivars.

Keywords: Emergence; colored fiber; seed pathology; vigor.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil tem se mantido no ranking dos quatro maiores produtores de algodão, sendo superado pela China, Índia e Estados Unidos, no entanto, apresenta a maior produtividade do mundo em condições de sequeiro (USDA, 2018). Na safra de 2020/21, o Brasil produziu cerca de 2,50 milhões de toneladas de fibra, tendo como regiões de maior produção a Centro-Oeste e Nordeste, com destaque para os estados de Mato Grosso e Bahia (CONAB, 2022).

O cultivo do algodoeiro de fibra colorida tornou-se uma importante alternativa para os produtores, por apresentar alto valor econômico e rentabilidade, assim, agregando valores na agricultura nordestina e proporcionando perspectivas na agricultura familiar (ALBUQUERQUE et al., 2020). Na cultura do algodoeiro, as sementes são as fontes de propagação mais eficientes, porém podem introduzir fitopatógenos em áreas isentas, estabelecendo o início da doença e a disseminação no campo (SILVA FLÁVIO et al., 2014).

A qualidade sanitária das sementes pode ser comprometida pela presença de fungos em todos os estágios de produção. Esses patógenos são responsáveis pela redução da qualidade fisiológica e podem ser disseminados a longas distâncias por meio de sementes infectadas e transmitidos através de plântulas (AGUIAR et al., 2016). Desta maneira, o tratamento de sementes é indispensável para que haja a eliminação destes microrganismos, tanto no armazenamento como na fase de campo (SCHNEIDER et al., 2015).

A redução ou eliminação de fungos associados às sementes têm sido eficientemente obtidas por tratamentos químicos (OLIVEIRA et al., 2017), porém, a preocupação com a utilização indiscriminada desses produtos e os danos ao meio ambiente e ao ser humano leva à procura por tecnologias alternativas (COPPO et al., 2017). Nesse contexto, uma opção bastante promissora é a utilização de indutores de resistência, que proporcionam a diminuição da aplicação de fungicidas sintéticos (SILVA et al., 2019). Os indutores de resistência têm a função de ativar mecanismos de defesa latentes nas plantas, através de agentes bióticos ou abióticos (UCHÔA et al., 2014).

Ao utilizarem fosfito de potássio em sementes de milho (*Zea mays*), Borin et al. (2019), observaram a manutenção do potencial fisiológico. A utilização de Si vem contribuindo para o manejo integrado de doenças, através do aumento da indução de resistência nas plantas mediante a nutrição mineral, assim proporcionando redução da utilização de fungicidas (GOMES et al., 2022).

Aminoácidos tem atuado no controle de doenças de plantas, a partir da formação de uma película para dificultar a fixação de estruturas propagativas dos patógenos e indiretamente através da indução de resistência (DÖRR et al., 2018). Em sementes, os benefícios indiretos com a utilização de aminoácidos, possivelmente estão associados com o aumento no percentual

da germinação, formação de plantas com raízes mais fortes, enchimento mais homogêneo dos grãos e uma maior produtividade (DÖRR et al., 2020).

Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a eficiência de elicitores de resistência no controle de fungos e na qualidade fisiológica das sementes de algodoeiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia (LAFIT) do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia, Paraíba.

2.2 Obtenção das sementes de algodoeiro

As sementes utilizadas foram das cultivares BRS Rubi de fibra colorida e cultivar BRS Aroeira de fibra branca, oriundas do município de Remígio, PB (07° 49' 15" S 38° 09' 10" W), BRS Aroeira de fibra branca do município de Itaporanga, PB (7° 18' 16" S 38° 09' 01" W), BRS Verde de fibra colorida oriunda do município de Ingá, PB (07° 16' 04" S 35° 36' 46" W) e a BRS 368 RF de fibra branca obtidas pela EMBRAPA Algodão em Campina Grande, PB (7° 13' 50" S 35° 52' 52" W). Todas as cultivares foram da safra de 2018 e após obtenção, armazenadas sob refrigeração.

As sementes foram deslintadas quimicamente, por via úmida, com ácido sulfúrico (H₂SO₄), na relação de 7 kg de sementes para 1 litro de ácido concentrado (p.a.), por 5 minutos, em seguida lavadas em água corrente (GABRIEL et al., 2015) e colocadas para secar em temperatura ambiente 25 ± 2 °C, sendo realizado o descarte das sementes malformadas e com ataque de pragas. Posteriormente foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e refrigeradas à 4 °C por no máximo quinze dias, até a realização dos experimentos.

2.3 Aplicação dos tratamentos

As sementes foram imersas por três minutos em solução de hipoclorito de sódio a 1% e dupla lavagem em água destilada esterilizada (ADE), sendo colocadas para secar sobre papel toalha à 25 ± 2 °C. Para cada tratamento foram utilizadas 200 sementes, sendo tratadas por meio da imersão por 5 minutos. O fungicida foi aplicado diretamente sobre a superfície das sementes e na testemunha, as sementes foram imersas em ADE (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos à base de fosfito de potássio, silício e aminoácidos utilizados no controle de fungos em sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)

Tratamentos	Composição química dos produtos	Concentração
Testemunha	Água destilada esterilizada	-
Captana	Dicarboximida	240g/100kg
AgroMos®	7,52% de Carbono Orgânico, 3,0% de Cu, 2,28% de S, 2,0% de Zn, extrato de leveduras e aminoácidos	3 mL/L
Agrosilício® Plus	Ca: 25%; Mg: 6%; Si: 10,5%	3 g/L
Folha Top® Aminoagro	9,0 % de Carbono Orgânico Total (COT), 10,0% de N, 1,0% de K, 1,5% de Mn, 0,5% de Zn, 2,6% de agentes quelantes lignosulfonato, aminoácidos e substâncias húmicas	1,5 mL/L
Amino Plus	6,0% de COT, 11,0% de N, 1,0% de K ₂ O e aminoácidos	1,5 mL/L
Fosfito de Potássio	30% de P ₂ O ₅ e 20% de K ₂ O	3 mL/L
Liqui-Plex® Bonder	8,25% de Carbono Orgânico, 1,0% de N, 2,0% de P ₂ O ₅ , 1,0% de K ₂ O, extrato de leveduras e 50% de agentes complexante aminoácidos	1,5 mL/L
Liqui-Plex® CaMg+B	1,78% de Carbono Orgânico, 6,0% de Ca, 2,0% de Mg, 1,0% de B, extrato de leveduras e aminoácidos	1,5 mL/L
Liqui-Plex® Fast	6,13% de Carbono Orgânico, 3,0% de N, 15,0 % de P ₂ O ₅ , extrato de leveduras e aminoácidos	1,5 mL/L

2.4 Teste de sanidade

Após a aplicação dos tratamentos, as sementes foram distribuídas em placas de Petri (90 x 15 mm) contendo dupla camada de papel filtro esterilizado e umedecido com ADE e mantidas à 25 ± 2 °C, durante sete dias.

Para a detecção dos fungos associados às sementes foi realizada a visualização com o auxílio de microscópio óptico e comparação com literatura especializada (SEIFERT et al., 2011) e os resultados expressos em percentagem de sementes infectadas para cada fungo identificado (BRASIL, 2009).

2.5 Teste de germinação

Foi utilizado papel *Germitest*® previamente esterilizado em estufa a 160 °C por uma hora e umedecido com ADE na proporção de 2,5 vezes o seu peso seco. Após a semeadura, as sementes foram embaladas nos papéis no formato de rolo, acondicionados em sacos plásticos transparentes e em seguida, incubadas em câmara de germinação do tipo B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*) regulada à temperatura de 25 ± 2 °C e luz alternada (12 h de luz branca fluorescente/12 h de escuro).

As avaliações foram realizadas diariamente, do quarto ao décimo segundo dia após a semeadura, considerando sementes germinadas aquelas que apresentaram sistema radicular

com pelo menos 2 mm de comprimento e os resultados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

Foram analisados o percentual de germinação (GE) porcentagem de sementes germinadas em relação ao número total de sementes, primeira contagem (PCG) determinada com base na porcentagem de plântulas normais no quarto dia após a instalação do experimento e os resultados expressos em porcentagem, índice de velocidade de germinação (IVG) através de contagens diárias, a partir da germinação da primeira semente até o momento em que o estande permaneceu constante e o índice determinado de acordo com Maguire (1962).

Foram avaliadas sementes mortas (SM) que se encontravam úmidas, com aspecto macio e, em alguns casos, atacadas por microrganismos, muitas vezes emitindo secreções com aspecto purulento e sementes duras (SD) que são classificadas como aquelas que, ao final do teste de germinação não absorveram água e apresentaram-se com aspecto enrijecido, sendo os dados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

2.6 Teste de emergência

A semeadura foi realizada em bandejas plásticas de polipropileno (43 x 335 x 664 mm) contendo substrato MECPLANT[®], a uma profundidade de 3,0 centímetros. As bandejas contendo 200 células foram dispostas ao acaso, em casa de vegetação, divididas em quatro partes, para formar quatro repetições com 50 sementes por tratamento.

As avaliações foram realizadas do quarto ao décimo segundo dia após a semeadura, determinando-se o número de plântulas normais emergidas. As variáveis analisadas foram o percentual de emergência (EM), primeira contagem de emergência (PCE), índice de velocidade de emergência (IVE). O índice de velocidade de emergência (IVE) foi determinado pela contagem diária das plântulas emergidas até o décimo segundo dia e calculado pela equação proposta por Maguire (1962).

2.7 Comprimento e matéria seca da parte aérea e raízes

Ao término do teste de germinação e emergência, realizou-se a medição do comprimento da parte aérea (CPA) e raiz (CPR) das plântulas normais para cada tratamento, com auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm plântula⁻¹.

Para o teor da matéria seca da parte aérea (MSA) e raiz (MSR) das plântulas, as mesmas foram separadas, acondicionadas isoladamente em sacos de papel Kraft e secas em estufa a 65 °C até obtenção de peso constante (48 h). As amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g, e os resultados expressos em g plântula⁻¹.

2.8 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 10×5 , sendo dez tratamentos com elicitores e fungicida e cinco diferentes lotes de sementes de algodoeiro. O teste de sanidade consistiu em vinte repetições, sendo a unidade experimental composta por uma placa com dez sementes por tratamento, enquanto que o teste de germinação foi realizado em quatro repetições de cinquenta sementes por tratamento.

A análise estatística foi realizada com o software R (R Core Team, 2020), os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Scott-Knott, até o nível de 5% de probabilidade. Os valores da incidência fúngica foram previamente transformados em $\sqrt{y} + 1$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados nas sementes das cultivares de algodoeiro os seguintes gêneros fúngicos: *Aspergillus* sp., *Aspergillus niger*, *Chaetomium* sp., *Cladosporium* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Nigrospora* sp., *Penicillium* sp. e *Rhizopus* sp. (Tabela 2).

A maior ocorrência de *Aspergillus* sp., nas sementes da cultivar Aroeira (Lote 1) foi verificada nos tratamentos Liqui-Plex® CaMg+B e Liqui-Plex® Fast, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Nas cultivares Aroeira (Lote 2) e BRS 368 RF (Lote 3) os tratamentos AgroMos® e Fosfito de Potássio respectivamente proporcionaram valores inferiores quando comparados à testemunha, não diferindo do fungicida. Efeito semelhante foi verificado com o Liqui-Plex® Bonder e Liqui-Plex® CaMg+B na cultivar Rubi (Lote 4). Todos os tratamentos, exceto o Fosfito de Potássio, diminuíram a incidência de *Aspergillus* sp. em relação à testemunha. Na cultivar Verde (Lote 5) não foram observadas diferenças independentes do tratamento utilizado. Dentre as cultivares a que apresentou a maior incidência foi a Aroeira (Lote 2) onde o *Aspergillus* sp. se manifestou com maior percentual (34%) apenas no tratamento Amino Plus®.

Apenas Agrosilício e Fosfito de Potássio apresentaram maiores valores incidentes de *Penicillium* sp., na cultivar Aroeira (Lote 1), não diferindo da testemunha (2,5%) (Tabela 2). Já para a BRS Aroeira (Lote 2), Folha Top® Aminoagro, Amino Plus®, Fosfito de Potássio e Liqui-Plex® CaMg+B, não foram eficientes no controle de *Penicillium* sp., diferindo significativamente dos demais tratamentos. Efeito semelhante foi observado na BRS 368 RF (Lote 3) com os tratamentos Liqui-Plex® Bonder e Liqui-Plex® Fast. Por outro lado, para as sementes do lote 4, os menores valores incidentes foram observados quando tratadas com Folha Top® Aminoagro, Fosfito de Potássio e Liqui-Plex® CaMg+B, em relação aos demais, não

diferindo do fungicida. Na cultivar Verde (Lote 5) não foi observado efeito significativo entre os tratamentos analisados (Tabela 2).

Fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* causam danos variáveis, tais como apodrecimento e aquecimento da massa de sementes, resultando no aumento da taxa respiratória e da taxa de ácidos graxos, perda do poder germinativo e produção de micotoxinas (CONCEIÇÃO et al., 2016). Vechiato e Parisi (2013) relataram que a presença de fungos do gênero *Aspergillus* sp. como um indicador para a deterioração da qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento.

Ribeiro et al., (2015), ao utilizarem produtos alternativos em sementes de café (*Coffea arabica* L.) no controle de fungos, observaram que os mesmos são uma alternativa promissora na substituição de fungicidas e eficientes na redução de *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp.

Para *Cladosporium* sp. não houve diferença significativa entre os tratamentos para as cultivares Aroeira (Lote1) e BRS 368 RF (Lote 3) (Tabela 2). Na cultivar Aroeira (Lote 2) os tratamentos com Folha Top® Aminoagro, Liqui-Plex® Bonder, Liqui-Plex® CaMg+B e Liqui-Plex® Fast, proporcionaram maior valor incidente do patógeno, diferindo dos demais tratamentos. Por outro lado, Amino Plus® e Fosfito de Potássio na Rubi (Lote 4) reduziram significativamente a incidência de *Cladosporium* sp., demonstrando um controle efetivo, uma vez que a incidência do patógeno foi estatisticamente igual à obtida com o fungicida. Efeito semelhante foi observado para a cultivar Verde (Lote 5) com Agrosilício e Folha Top® Aminoagro.

Farias et al. (2022) constataram que ao analisar a incidência de fungos em diferentes lotes de sementes de algodoeiro, o gênero *Cladosporium* sp. foi verificado nos lotes Mocó 2, BRS 286 e Topázio 1, com percentual de 12,0; 9,5; e 8,0%, respectivamente. O Fungo *Cladosporium* sp. quando identificado em elevada incidência, pode ocasionar a diminuição do poder germinativo das sementes (VECHIATO; PARISI, 2013)

Para *Aspergillus niger* não houve diferença significativa entre os tratamentos para as cultivares Aroeira (Lote1) e Verde (Lote 5) e nenhum tratamento foi capaz de reduzir a incidência deste patógeno nos Lotes 1, 2, 3 e 5 (Tabela 2). Para a cultivar Rubi (Lote 4), todos os tratamentos demonstraram um controle efetivo, uma vez que a incidência de *A. niger* foi inferior à obtida com o tratamento controle (7,0%).

O *A. niger* é um fungo saprófito cosmopolita, sendo considerado um dos principais fungos de armazenamento, responsáveis por causar degradação nas sementes, principalmente devido a locais inadequados e umidade superior ao recomendado para o armazenamento (OLIVEIRA et al., 2011).

Tabela 2. Incidência de fungos em sementes do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) tratadas com elicitores de resistência.

Tratamentos	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5
	----- <i>Aspergillus</i> sp. (%)-----					----- <i>Penicillium</i> sp. (%)-----					----- <i>Cladosporium</i> sp. (%)-----				
Testemunha	2,5 Bb	8,0 Bc	6,5 Bc	18,5 Aa	7,0 Ba	2,5 Aa	2,5 Ab	0,0 Bc	4,5 Aa	1,0 Ba	0,0 Ba	1,0 Bb	3,0 Ba	9,0 Aa	7,5 Aa
AgroMos®	3,5 Bb	4,0 Bd	5,5 Bc	12,0 Ab	3,5 Ba	1,0 Ab	0,5 Ab	0,5 Ac	3,5 Aa	3,5 Aa	0,0 Aa	1,0 Ab	1,5 Aa	3,5 Ab	3,0 Aa
Agrosilício	3,0 Ab	7,5 Ac	7,0 Ac	6,5 Ac	2,0 Aa	4,0 Aa	1,0 Bb	0,0 Bc	3,5 Aa	2,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Bb	2,5 Aa	5,0 Ab	0,0 Bb
Folha Top® Aminoagro	4,5 Bb	11,0 Ac	16,0 Ab	5,0 Bc	3,5 Ba	0,0 Ab	3,5 Aa	3,0 Ab	1,0 Ab	0,5 Aa	1,5 Ba	7,5 Aa	4,0 Ba	9,5 Aa	2,0 Bb
Amino Plus	2,0 Cb	34,0 Aa	8,0 Bc	11,0 Bb	3,5 Ca	0,5 Bb	5,5 Aa	0,5 Bc	2,5 Ba	0,5 Ba	1,5 Aa	0,0 Ab	4,5 Aa	1,0 Ac	3,5 Aa
Fosfito de Potássio	1,5 Cb	7,0 Bc	1,5 Cd	21,0 Aa	2,0 Ca	3,0 Aa	4,0 Aa	0,0 Bc	1,0 Bb	1,0 Ba	0,0 Aa	0,5 Ab	1,0 Aa	1,5 Ac	2,5 Aa
Liqui-Plex® Bonder	4,5 Bb	18,0 Ab	24,0 Aa	2,0 Bd	2,5 Ba	0,0 Bb	0,5 Bb	6,0 Aa	3,0 Aa	0,5 Ba	0,0 Ba	9,5 Aa	1,5 Ba	4,0 Bb	3,5 Ba
Liqui-Plex® CaMg+B	7,0 Ca	20,0 Ab	13,5 Bb	2,5 Dd	1,5 Da	0,0 Bb	5,0 Aa	3,0 Ab	0,0 Bb	0,5 Ba	2,0 Ba	6,5 Aa	0,0 Ba	5,5 Ab	3,0 Ba
Liqui-Plex® Fast	11,5 Aa	17,5 Ab	13,0 Ab	8,0 Bc	3,5 Ba	1,0 Bb	1,0 Bb	7,0 Aa	2,5 Ba	0,5 Ba	0,5 Ba	7,0 Aa	1,5 Ba	9,5 Aa	4,5 Ba
Captana	0,5 Ab	1,5 Ad	0,0 Ad	0,5 Ad	0,5 Aa	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ac	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Ac	0,0 Ab
CV (%)	23,38					16,47					19,93				
	----- <i>Aspergillus niger</i> (%)-----					----- <i>Chaetomium</i> sp. (%)-----					----- <i>Fusarium</i> sp. (%)-----				
Testemunha	1,5 Ba	3,0 Bb	2,5 Bc	7,0 Aa	3,0 Ba	0,0 Aa	0,0 Aa	0,5 Aa	0,5 Aa	0,0 Aa	0,0 Ca	8,0 Aa	0,5 Ca	2,0 Ba	2,5 Ba
AgroMos®	0,5 Ba	0,5 Bb	4,5 Ab	1,0 Bc	0,0 Ba	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,5 Aa	0,0 Aa	0,0 Ba	0,0 Bb	1,0 Aa	2,0 Aa	0,0 Bb
Agrosilício	0,0 Aa	0,0 Ab	1,0 Ac	3,0 Ab	1,5 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,5 Aa	0,0 Aa	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Ab	0,0 Ab
Folha Top® Aminoagro	1,0 Ba	3,0 Ab	4,5 Ab	0,0 Bc	4,0 Aa	0,0 Aa	1,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,5 Aa	0,0 Aa	0,5 Ab	0,0 Aa	0,0 Ab	0,0 Ab
Amino Plus	0,5 Ba	45,5 Aa	4,0 Bb	3,0 Bb	3,0 Ba	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Ab	0,5 Aa	1,0 Aa	0,0 Ab
Fosfito de Potássio	0,0 Aa	1,5 Ab	3,0 Ac	3,0 Ab	2,0 Aa	0,0 Aa	0,5 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,5 Ab	0,0 Aa	0,0 Ab	0,0 Ab
Liqui-Plex® Bonder	0,5 Ba	2,0 Bb	11,5 Aa	0,5 Bc	2,0 Ba	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	1,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	1,0 Ab	0,0 Aa	0,5 Ab	0,0 Ab
Liqui-Plex® CaMg+B	2,0 Aa	1,5 Ab	5,5 Ab	1,0 Ac	2,5 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,5 Aa	0,5 Aa	0,5 Aa	1,0 Aa	0,5 Ab	0,0 Aa	1,0 Aa	0,0 Ab
Liqui-Plex® Fast	2,0 Ba	2,5 Bb	6,0 Ab	0,5 Bc	1,0 Ba	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,5 Ab	0,0 Aa	0,0 Ab	0,0 Ab
Captana	0,5 Aa	0,5 Ab	0,0 Ac	0,0 Ac	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Ab	0,0 Ab
CV (%)	18,73					5,09					8,60				
	----- <i>Rhizopus</i> sp. (%)-----					----- <i>Nigrospora</i> sp. (%)-----					----- <i>Curvularia</i> sp. (%)-----				
Testemunha	0,5 Ab	0,0 Ac	0,5 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ba	3,5 Aa	3,0 Aa	0,0 Ba	0,0 Ba	3,0 Aa	0,0 Ba	0,0 Ba
AgroMos®	0,0 Bb	0,0 Bc	3,5 Aa	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	1,0 Ab	1,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa
Agrosilício	0,5 Ab	0,0 Ac	0,0 Ab	0,5 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,5 Aa	0,0 Ab	0,5 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa
Folha Top® Aminoagro	0,0 Bb	3,5 Ab	0,0 Bb	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	1,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa
Amino Plus	0,0 Ab	0,0 Ac	0,5 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,5 Ab	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa
Fosfito de Potássio	0,5 Ab	0,0 Ac	0,0 Ab	0,0 Aa	1,5 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,5 Ab	0,5 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa
Liqui-Plex® Bonder	0,0 Ab	2,5 Ab	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Ab	0,5 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa
Liqui-Plex® CaMg+B	0,0 Ab	0,5 Ac	0,5 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	1,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Ab	0,5 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa
Liqui-Plex® Fast	5,0 Aa	6,5 Aa	2,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Aa	0,0 Aa	0,5 Aa	0,0 Ab	0,5 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa
Captana	0,0 Ab	0,5 Ac	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa
CV (%)	12,00					7,44					3,93				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Dados transformados em $\sqrt{y+1}$. Lote 1: Aroeira – Itaporanga; Lote 2: Aroeira – Remígio; Lote 3: BRS 368 – Embrapa; Lote 4: Rubi – Remígio; Lote 5: Verde – Ingá. Testemunha (ADE); AgroMos® (3 mL L⁻¹); Agrosilício Plus® (3 g L⁻¹); Folha Top® Aminoagro (1,5 mL L⁻¹); Amino Plus® (1,5 mL L⁻¹); Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Bonder (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® CaMg+B (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Fast (1,5 mL L⁻¹) e Fungicida Captana (240 g/100 kg de sementes).

Em relação a incidência de *Chaetomium* sp. (Tabela 2), não se constatou efeito significativo dos tratamentos nas cultivares de algodoeiro, provavelmente devido à baixa incidência do mesmo nas sementes não tratadas. A ocorrência de *Chaetomium* sp. em sementes armazenadas em condições inadequadas pode ocasionar à deterioração das mesmas (RUIZ FILHO et al., 2004).

Quanto a incidência de *Fusarium* sp. (Tabela 2), o comportamento entre as cultivares Aroeira (Lote 2) e Verde (Lote 5) foram semelhantes, em que todos os tratamentos reduziram o percentual em relação a testemunha e não diferiu do fungicida. Na cultivar Rubi (Lote 4), AgroMos[®], Amino Plus e Liqui-Plex[®] CaMg+B não foram efetivos na redução de *Fusarium* sp., uma vez que a incidência foi igual à obtida com o tratamento controle.

Fungos do gênero *Fusarium* podem causar podridão nas raízes, colo e hipocótilo, comprometendo todo o sistema vascular das plântulas, o qual vai impedir o transporte de água e nutrientes (MARCENARO; VALKONEN, 2016). De acordo com Whan, Dann e Aitken, (2016) ao utilizarem Si em plantas de algodoeiro inoculadas com *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* verificaram acúmulo de compostos fenólicos e de lignina em células endodérmicas, as quais foram ativadas respostas de defesa nas células contra o patógeno.

O crescimento de *Rhizopus* sp. (Tabela 2) nas sementes de algodoeiro foi induzido quando tratadas com Liqui-Plex[®] Fast apenas na cultivar Aroeira (Lote 1) e (Lote 2), tendo este os maiores valores incidentes, quando comparado com os demais tratamentos. Comportamento semelhante foi constatado na BRS 368 RF (Lote 3), com AgroMos[®] e Liqui-Plex[®] Fast. Fungos do gênero *Rhizopus* não estão associados a doenças na cultura do algodoeiro, sendo classificados com contaminantes e/ou saprófitas (JULIATTI; BIANCO JUNIOR; MARTINS, 2011).

Para o controle de *Nigrospora* sp., verificou-se que os maiores percentuais foram apresentados nas cultivares BRS Rubi (Lote 4) e BRS Verde (Lote 5), em que a testemunha diferiu dos demais tratamentos para ambos os lotes, assim constatando que os elicitores de resistência propiciaram o controle efetivo deste fungo nas sementes (Tabela 2).

As espécies de *Nigrospora* têm sido comumente identificadas como patógenos de muitas culturas economicamente importantes, tais como frutíferas, florestais e ornamentais. Sementes de *Heliocarpus americanus*, inoculadas com *N. sphaerica* (apresentaram inibição da germinação em 50%, além de produzir murcha e manchas foliares nas plântulas infectadas (BERNARDI et al., 2021)

O maior percentual de *Curvularia* sp., foi observado na BRS 368 RF (Lote 3), no qual os tratamentos analisados apresentaram os menores valores incidentes, diferindo estatisticamente da testemunha (Tabela 2). Fungo do gênero *Curvularia* sp. foi relatado por

Farias et al. (2022), ao analisarem a ocorrência de fungos em dez lotes de sementes de algodoeiro, sendo detectado apenas no lote 2 (Topázio). *Curvularia* sp. pode estar aderido à superfície ou localizado no interior da semente, podendo causar mortalidade em pré e pós-emergência, além de causar descoloração que afeta a germinação e a viabilidade de sementes e plântulas (GUPTA; DUBEY; SINGH, 2017).

Pode-se observar que houve efeito significativo entre os lotes e tratamentos analisados, em que a cultivar BRS Verde (Lote 5) (Tabela 3) diferiu das demais, apresentando os maiores percentuais de sementes germinadas na primeira contagem (PCG) e na avaliação final de geminação (GE). Para ambas as variáveis se verificou que os tratamentos AgroMos[®], Aminos Plus, Liqui-Plex[®] CaMg+B e Liqui-Plex[®] Fast na cultivar BRS 368 RF (Lote 3) apresentaram os menores percentuais diferindo dos demais tratamentos (Tabela 3).

Em relação ao índice de velocidade de germinação (IVG), pode-se verificar que a BRS Aroeira (Lote 1) e BRS 368 RF (Lote 3) proporcionaram os maiores índices, em que no Lote 1 os tratamentos Folha Top[®] Aminoagro, Amino Plus[®] e Liqui-Plex[®] CaMg+B proporcionaram os menores valores, diferindo dos demais tratamentos. No Lote 3 pode-se observar que os tratamentos AgroMos[®], Folha Top[®] Aminoagro, Liqui-Plex[®] CaMg+B e Liqui-Plex[®] Fast apresentaram os menores valores, não diferindo do fungicida (Tabela 3).

Em sementes de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) tratadas com Si, Shi et al. (2014) observaram um aumento na porcentagem de germinação. O Si é um elemento benéfico, que atua favorecendo a taxa de crescimento e o desenvolvimento das plântulas nos estágios iniciais, quando aplicado via sementes (RUFINO et al., 2017).

Tabela 3. Primeira contagem de germinação (PCG), percentagem de germinação (GE), índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) tratadas com elicitores de resistência

Batatas com enclitores de resistência					
Tratamentos	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5
	-----PCG (%)-----				
Testemunha	85 Ba	81 Ba	80 Ba	77 Ba	94 Aa
AgroMos®	81 Ba	87 Aa	74 Bb	79 Ba	90 Aa
Agrosilício	84 Aa	83 Aa	81 Aa	72 Ba	87 Aa
Folha Top® Aminoagro	75 Ba	81 Aa	80 Aa	70 Ba	88 Aa
Amino Plus	81 Aa	77 Aa	73 Ab	74 Aa	83 Aa
Fosfito de Potássio	81 Aa	87 Aa	84 Aa	73 Ba	86 Aa
Liqui-Plex® Bonder	80 Aa	85 Aa	81 Aa	69 Ba	87 Aa
Liqui-Plex® CaMg+B	75 Ba	85 Aa	73 Bb	78 Ba	90 Aa
Liqui-Plex® Fast	87 Aa	81 Ba	74 Bb	74 Ba	91 Aa
Captana	84 Aa	85 Aa	86 Aa	75 Ba	93 Aa
CV (%)	7,17				
-----GE (%)-----					
Testemunha	85 Ba	83 Ba	80 Ba	79 Ba	95 Aa
AgroMos®	82 Ba	91 Aa	75 Bb	83 Ba	91 Aa
Agrosilício	84 Aa	84 Aa	82 Aa	74 Ba	88 Aa
Folha Top® Aminoagro	76 Ba	82 Aa	82 Aa	73 Ba	89 Aa
Amino Plus	81 Aa	79 Aa	74 Ab	75 Aa	85 Aa
Fosfito de Potássio	81 Aa	88 Aa	84 Aa	75 Ba	87 Aa
Liqui-Plex® Bonder	80 Aa	85 Aa	82 Aa	71 Ba	88 Aa
Liqui-Plex® CaMg+B	75 Ba	86 Aa	73 Bb	81 Ba	92 Aa
Liqui-Plex® Fast	87 Aa	82 Ba	75 Bb	77 Ba	93 Aa
Captana	85 Ba	86 Ba	87 Ba	80 Ba	94 Aa
CV (%)	6,86				
-----IVG -----					
Testemunha	30,69 Ab	20,71 Ba	29,10 Aa	20,00 Ba	22,75 Ba
AgroMos®	32,73 Aa	22,19 Ba	22,66 Bb	21,48 Ba	22,00 Ba
Agrosilício	26,21 Ac	20,20 Ba	28,15 Aa	23,21 Ba	21,16 Ba
Folha Top® Aminoagro	20,29 Ad	20,16 Aa	21,33 Ab	20,61 Aa	21,65 Aa
Amino Plus	22,61 Bd	19,16 Ba	29,31 Aa	19,03 Ba	20,59 Ba
Fosfito de Potássio	29,42 Ab	21,76 Ba	32,50 Aa	17,81 Ca	20,91 Ba
Liqui-Plex® Bonder	34,79 Aa	21,92 Ca	30,54 Ba	19,46 Ca	21,05 Ca
Liqui-Plex® CaMg+B	19,77 Ad	22,33 Aa	22,17 Ab	19,44 Aa	22,06 Aa
Liqui-Plex® Fast	23,79 Ac	20,30 Ba	23,00 Ab	18,92 Ba	22,39 Aa
Captana	25,92 Ac	20,95 Ba	23,48 Ab	19,30 Ba	21,71 Ba
CV (%)	9,60				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Dados transformados em $\sqrt{y+1}$. Lote 1: BRS Aroeira – Itaporanga; Lote 2: BRS Aroeira – Remígio; Lote 3: BRS 368 RF – Embrapa; Lote 4: BRS Rubi – Remígio; Lote 5: BRS Verde – Ingá. Testemunha (ADE); AgroMos® (3 mL L⁻¹); Agrosilício Plus® (3 g L⁻¹); Folha Top® Aminoagro (1,5 mL L⁻¹); Amino Plus® (1,5 mL L⁻¹); Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Bonder (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® CaMg+B (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Fast (1,5 mL L⁻¹) e Fungicida Captana (240 g/100 kg de sementes).

Para o percentual de sementes mortas (SM) constatou-se que nas cultivares na BRS Aroeira (Lote 1) o Agrosilício e Liqui-Plex® Fast, proporcionaram os menores valores, não diferindo da testemunha e do fungicida (Tabela 4).

Tabela 4. Sementes mortas (SM), sementes duras (SD) e comprimento de raiz (CPR) em sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) tratadas com elicitores de resistência.

Tratamentos	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5
-----SM (%)-----					
Testemunha	15 Ab	15 Aa	16 Ab	14 Ab	5 Bb
AgroMos®	19 Aa	10 Bb	22 Aa	17 Ab	9 Ba
Agrosilício	17 Ab	17 Aa	13 Ab	22 Aa	12 Aa
Folha Top® Aminoagro	24 Aa	17 Ba	17 Bb	23 Aa	11 Ba
Amino Plus	20 Aa	21 Aa	24 Aa	25 Aa	15 Aa
Fosfito de Potássio	19 Aa	13 Aa	16 Ab	19 Ab	13 Aa
Liqui-Plex® Bonder	21 Aa	14 Ba	18 Bb	27 Aa	12 Ba
Liqui-Plex® CaMg+B	24 Aa	14 Ba	19 Aa	16 Bb	9 Ba
Liqui-Plex® Fast	13 Bb	18 Aa	26 Aa	23 Aa	7 Bb
Captana	9 Ab	4 Bb	13 Ab	2 Bc	1 Bb
CV (%)	34,14				
-----SD (%)-----					
Testemunha	0 Bb	3 Bb	4 Ba	8 Ab	1 Bb
AgroMos®	0 Ab	0 Ab	4 Aa	1 Ac	1 Ab
Agrosilício	0 Bb	0 Bb	6 Aa	5 Ab	0 Bb
Folha Top® Aminoagro	0 Ab	2 Ab	2 Ab	4 Ac	1 Ab
Amino Plus	0 Ab	1 Ab	3 Ab	1 Ac	0 Ab
Fosfito de Potássio	0 Bb	0 Bb	1 Bb	7 Ab	0 Bb
Liqui-Plex® Bonder	0 Ab	2 Ab	0 Ab	3 Ac	0 Ab
Liqui-Plex® CaMg+B	1 Bb	0 Bb	8 Aa	4 Bc	0 Bb
Liqui-Plex® Fast	0 Ab	1 Ab	0 Ab	0 Ac	0 Ab
Captana	7 Ca	11 Ba	1 Db	19 Aa	6 Ca
CV (%)	37,8				
-----CPR (cm)-----					
Testemunha	6,60 Cb	10,11 Ab	2,97 De	6,18 Cb	7,56 Bb
AgroMos®	8,25 Ba	8,27 Bc	3,27 Ce	7,50 Ba	9,24 Aa
Agrosilício	7,00 Ab	5,89 Ad	6,58 Ac	5,90 Ab	6,37 Ab
Folha Top® Aminoagro	5,12 Bc	10,22 Ab	3,01 Ce	4,88 Bc	9,93 Aa
Amino Plus	5,54 Bc	6,47 Ad	4,26 Bd	5,06 Bc	6,77 Ab
Fosfito de Potássio	6,64 Cb	11,12 Ab	7,62 Cb	5,25 Dc	9,26 Ba
Liqui-Plex® Bonder	8,50 Ba	10,60 Ab	5,91 Dc	4,84 Dc	7,20 Cb
Liqui-Plex® CaMg+B	3,03 Cd	7,68 Ac	4,97 Bd	3,83 Cc	7,11 Ab
Liqui-Plex® Fast	6,95 Ab	7,53 Ac	3,55 Ce	4,70 Bc	7,27 Ab
Captana	8,89 Ba	12,27 Aa	12,15 Aa	8,24 Ba	9,27 Ba
CV (%)	10,88				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Dados transformados em $\sqrt{y+1}$. Lote 1: BRS Aroeira – Itaporanga; Lote 2: BRS Aroeira – Remígio; Lote 3: BRS 368 RF – Embrapa; Lote 4: BRS Rubi – Remígio; Lote 5: BRS Verde – Ingá. Testemunha (ADE); AgroMos® (3 mL L⁻¹); Agrosilício Plus® (3 g L⁻¹); Folha Top® Aminoagro (1,5 mL L⁻¹); Amino Plus® (1,5 mL L⁻¹); Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Bonder (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® CaMg+B (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Fast (1,5 mL L⁻¹) e Fungicida Captana (240 g/100 kg de sementes).

Quanto a BRS Aroeira (Lote 2), AgroMos® reduziu significativamente o percentual de SM em relação aos demais tratamentos, não diferindo do fungicida. Na BRS 368 RF (Lote 3)

AgroMos[®], Aminos Plus[®], Liqui-Plex[®] CaMg+B e Liqui-Plex[®] Fast promoveram aumento significativo no percentual de SM em relação aos demais tratamentos. Por outro lado, na BRS Rubi (Lote 4) o fungicida proporcionou o menor índice de SM. Todos os tratamentos com exceção do Liqui-Plex[®] CaMg+B, na BRS Verde (Lote 5) apresentaram maiores valores médios de SM, diferindo da testemunha e do fungicida (Tabela 4). Na avaliação de sementes duras (SD), observou-se que, a BRS Rubi (Lote 4) foi a que registrou os maiores percentuais, com efeito mais pronunciado no tratamento químico com 19% (Tabela 4).

Dentre as sementes de algodoeiro, aquelas da cultivar BRS Aroeira (Lote 2), foram as de melhor qualidade fisiológica (Tabela 4), uma vez que se constataram maiores comprimentos de raízes (CPR) tendo efeito mais pronunciado no fungicida (12,27 cm). Por outro lado, os menores CPR, foram observados na BRS 368 RF (Lote 3) tendo o tratamento químico a melhor resposta (12,15 cm). Na BRS Aroeira (Lote 1), AgroMos[®] e Liqui-Plex[®] Bonder proporcionaram os melhores valores, não diferindo do fungicida. Semelhante a BRS Aroeira (Lote 1) foi constatado com AgroMos[®] na BRS Rubi (Lote 4). Para a BRS Verde (Lote 5) os maiores CPR foram constatados com AgroMos[®], Folha Top[®] Aminoagro e Fosfito de Potássio, sendo equivalente ao tratamento químico.

O uso de elicitores à base de aminoácidos tem sido utilizado com o intuito de melhorar o vigor de sementes e plântulas no campo, assim como a indução de resistência, por meio da ativação dos metabolismos fisiológicos (DÖRR et al., 2018). Ao utilizarem adubos foliares a base de aminoácidos na cultura do arroz irrigado, Dario *et al.* (2014) verificaram que os tratamentos foram eficientes nos estádios de florescimento e de grão leitoso no controle da infecção de *Bipolaris oryzae*, apresentando a mesma eficiência do fungicida.

Na avaliação do comprimento de parte aérea (CPA) observou-se que, dentre as cultivares, a BRS 368 RF (Lote 3) proporcionou os menores valores médios (Tabela 5), com acréscimo mais acentuado nas sementes tratadas com fungicida (10,03 cm). Na BRS Aroeira (Lote 1) o tratamento Liqui-Plex[®] Bonder apresentou o melhor CPA, não diferindo da testemunha e fungicida. Os tratamentos Folha Top[®] Aminoagro e Fosfito de Potássio na BRS Aroeira (Lote 2) proporcionaram efeito significativo no CPA, em relação aos demais, não diferindo do fungicida.

Os tratamentos AgroMos[®], Agrosilício e Fosfito de Potássio na BRS Rubi (Lote 4) proporcionaram efeito significativo no CPA, quando comparados com os demais, não diferindo da testemunha e fungicida. Na BRS Verde (Lote 5), AgroMos[®], Folha Top[®] Aminoagro, Fosfito de Potássio e Liqui-Plex[®] Bonder apresentaram efeito semelhante no CPA, porém não diferindo da testemunha com 6,74 cm (Tabela 5).

Tabela 5. Comprimento da parte aérea (CPA), matéria seca de raiz (MSR) e matéria seca da parte aérea (MSA) em sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) tratadas com elicitores de resistência.

Tratamentos	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5
	-----CPA (cm)-----				
Testemunha	6,12 Ba	7,14 Ab	3,79 Cd	5,83 Ba	6,74 Aa
AgroMos®	5,63 Bb	6,84 Ab	3,54 Ce	6,62 Aa	7,33 Aa
Agrosilício	5,44 Bb	4,04 Dd	4,77 Cc	6,51 Aa	6,33 Ab
Folha Top® Aminoagro	4,81 Bc	7,53 Aa	3,88 Cd	4,84 Bb	6,98 Aa
Amino Plus	5,32 Bb	5,89 Ac	4,20 Cd	5,13 Bb	6,03 Ab
Fosfito de Potássio	5,13 Db	7,88 Aa	6,08 Cb	6,02 Ca	7,14 Ba
Liqui-Plex® Bonder	5,88 Ba	7,37 Ab	5,06 Bc	5,53 Bb	6,73 Aa
Liqui-Plex® CaMg+B	3,79 Cd	5,36 Ac	4,54 Bc	5,19 Ab	5,35 Ac
Liqui-Plex® Fast	5,64 Ab	5,92 Ac	3,19 Be	5,50 Ab	6,04 Ab
Captana	6,29 Ca	7,90 Ba	10,03 Aa	6,35 Ca	6,06 Cb
CV (%)	8,02				
Tratamentos	-----MSR (g)-----				
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5
Testemunha	0,029 Cb	0,063 Bc	0,022 De	0,019 Db	0,072 Ac
AgroMos®	0,033 Ca	0,074 Ba	0,019 Ee	0,023 Da	0,079 Aa
Agrosilício	0,028 Cb	0,064 Bc	0,029 Cd	0,021 Da	0,074 Ab
Folha Top® Aminoagro	0,025 Cc	0,058 Bd	0,023 Ce	0,019 Db	0,074 Ab
Amino Plus	0,023 Dc	0,059 Bd	0,030 Cd	0,018 Eb	0,068 Ac
Fosfito de Potássio	0,028 Db	0,061 Bd	0,042 Cb	0,019 Eb	0,069 Ac
Liqui-Plex® Bonder	0,036 Ca	0,064 Bc	0,038 Cc	0,019 Db	0,076 Ab
Liqui-Plex® CaMg+B	0,014 Dd	0,060 Bd	0,028 Cd	0,017 Db	0,078 Aa
Liqui-Plex® Fast	0,029 Cb	0,059 Bd	0,020 De	0,018 Db	0,074 Ab
Captana	0,034 Da	0,067 Bb	0,050 Ca	0,026 Ea	0,073 Ab
CV (%)	6,1				
Tratamentos	-----MSA (g) -----				
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5
Testemunha	0,278 Ab	0,163 Bb	0,112 Ca	0,242 Aa	0,176 Ba
AgroMos®	0,254 Ab	0,136 Cb	0,108 Ca	0,247 Aa	0,200 Ba
Agrosilício	0,255 Ab	0,169 Ba	0,096 Ca	0,240 Aa	0,174 Ba
Folha Top® Aminoagro	0,255 Ab	0,147 Bb	0,115 Ca	0,226 Aa	0,170 Ba
Amino Plus	0,277 Ab	0,204 Ba	0,107 Ca	0,241 Aa	0,144 Ca
Fosfito de Potássio	0,272 Ab	0,192 Ba	0,126 Ca	0,282 Aa	0,153 Ca
Liqui-Plex® Bonder	0,248 Ab	0,151 Bb	0,144 Ba	0,238 Aa	0,161 Ba
Liqui-Plex® CaMg+B	0,265 Ab	0,175 Ba	0,109 Ca	0,259 Aa	0,144 Ba
Liqui-Plex® Fast	0,314 Aa	0,155 Cb	0,120 Ca	0,233 Ba	0,157 Ca
Captana	0,291 Aa	0,140 Cb	0,139 Ca	0,218 Ba	0,172 Ca
CV (%)	14,6				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Dados transformados em $\sqrt{y+1}$. Lote 1: BRS Aroeira – Itaporanga; Lote 2: BRS Aroeira – Remígio; Lote 3: BRS 368 RF – Embrapa; Lote 4: BRS Rubi – Remígio; Lote 5: BRS Verde – Ingá. Testemunha (ADE); AgroMos® (3 mL L⁻¹); Agrosilício Plus® (3 g L⁻¹); Folha Top® Aminoagro (1,5 mL L⁻¹); Amino Plus® (1,5 mL L⁻¹); Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Bonder (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® CaMg+B (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Fast (1,5 mL L⁻¹) e Fungicida Captana (240 g/100 kg de sementes).

Para a massa seca de raízes (MSR), observou-se que a cultivar BRS Verde (Lote 5) proporcionou maior conteúdo de MSR em relação às demais, tendo o AgroMos® e Liqui-Plex®

CaMg+B como os melhores tratamentos (Tabela 5). Comportamento semelhante foi observado na BRS Aroeira (Lote 1) em que AgroMos[®] e Liqui-Plex[®] Bonder proporcionaram os melhores resultados para MSR, igualando ao tratamento químico com 0,034 g. O maior conteúdo de MSR para a BRS Aroeira (Lote 2) foi constatado nas sementes tratadas com AgroMos[®], em relação aos demais tratamentos. O maior conteúdo de MSR na BRS 368 RF (Lote 3) foi verificado apenas no tratamento químico (0,050 g). Na cultivar BRS Rubi (Lote 4) AgroMos[®] e Agrosilício apresentaram os melhores resultados de MSR, não diferindo do fungicida.

Na avaliação da matéria seca de parte aérea (MSA), constatou-se que a BRS Aroeira (Lote 1) obteve valores médios superiores em relação às demais, tendo o tratamento Liqui-Plex[®] Fast a melhor resposta, igualando ao fungicida (Tabela 5). O maior acúmulo de MSA na BRS Aroeira (Lote 2) foi constatada com Agrosilício, Amino Plus[®], Fosfito de Potássio e Liqui-Plex[®] CaMg+B, diferindo dos demais. Para as demais cultivares, não foi verificado efeito significativo entre os tratamentos.

O comprimento médio das plântulas normais, tem como objetivo determinar amostras de sementes mais vigorosas, as quais são responsáveis por transferir maior quantidade de reservas de seus tecidos para o eixo embrionário na fase de germinação, originando plântulas mais vigorosas e conseqüentemente com maior acúmulo de matéria seca (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Dentre as sementes das cultivares de algodoeiro tratadas, aquelas da cultivar Aroeira (Lote 1) foram as de melhor desempenho fisiológico, uma vez que se constataram os melhores resultados de plântulas emergidas na PCE (Tabela 6). Os tratamentos AgroMos[®], Folha Top[®] Aminoagro, Fosfito de Potássio, Liqui-Plex[®] Bonder e Liqui-Plex[®] Fast na cultivar Aroeira (Lote 2) proporcionaram os melhores resultados em relação a testemunha (53%), não diferindo do fungicida (62%). Por outro lado, constatou-se um menor percentual de plântulas emergidas na BRS 368 RF (Lote 3), com utilização do Folha Top[®] Aminoagro e Liqui-Plex[®] CaMg+B, quando comparados aos demais tratamentos.

Na avaliação final do teste de emergência (Tabela 6), os maiores percentuais de plântulas emergidas foi constatado nas cultivares Aroeira (Lote 1) e Verde (Lote 5), no entanto, não foram verificadas diferenças entre os tratamentos analisados. Efeito semelhante foi observado na cultivar Rubi (Lote 4). Na cultivar BRS 368 RF (Lote 3), os tratamentos AgroMos[®], Folha Top[®] Aminoagro, Liqui-Plex[®] CaMg+B e Liqui-Plex[®] Fast, proporcionaram menores resultados de emergência, quando comparados com os demais tratamentos utilizados.

Tabela 6. Primeira contagem de emergência (PCE), percentagem de emergência (EM), índice de velocidade de emergência (IVE) em sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) tratadas com elicitores de resistência.

Tratamentos	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5
	-----PCE (%)-----				
Testemunha	90 Aa	53 Cb	51 Ca	37 Da	69 Ba
AgroMos®	96 Aa	59 Ba	45 Ca	31 Da	61 Bb
Agrosilício	95 Aa	49 Bb	46 Ba	33 Ca	55 Bb
Folha Top® Aminoagro	78 Ab	58 Ba	35 Cb	36 Ca	64 Bb
Amino Plus	87 Ab	50 Cb	56 Ca	33 Da	63 Bb
Fosfito de Potássio	87 Ab	57 Ca	53 Ca	35 Da	70 Ba
Liqui-Plex® Bonder	85 Ab	64 Ba	51 Ca	38 Da	73 Ba
Liqui-Plex® CaMg+B	88 Ab	53 Cb	41 Db	41 Da	69 Ba
Liqui-Plex® Fast	87 Ab	64 Ba	47 Ca	39 Ca	65 Bb
Captana	83 Ab	62 Ba	51 Ca	46 Ca	64 Bb
CV (%)	11,53				
	-----EM (%)-----				
Testemunha	92 Aa	79 Bb	77 Ba	64 Ca	90 Aa
AgroMos®	96 Aa	83 Bb	68 Cb	72 Ca	86 Ba
Agrosilício	97 Aa	81 Cb	80 Ca	71 Da	87 Ba
Folha Top® Aminoagro	84 Aa	87 Aa	67 Bb	70 Ba	84 Aa
Amino Plus	90 Aa	83 Ab	78 Ba	69 Ca	86 Aa
Fosfito de Potássio	92 Aa	87 Aa	81 Aa	72 Ba	88 Aa
Liqui-Plex® Bonder	91 Aa	87 Aa	77 Ba	73 Ba	90 Aa
Liqui-Plex® CaMg+B	91 Aa	78 Bb	71 Bb	76 Ba	92 Aa
Liqui-Plex® Fast	90 Aa	87 Aa	72 Bb	71 Ba	86 Aa
Captana	87 Aa	94 Aa	75 Ba	75 Ba	96 Aa
CV (%)	7,21				
	-----IVE -----				
Testemunha	16,51 Aa	9,13 Cb	8,94 Ca	7,29 Da	10,66 Ba
AgroMos®	15,66 Aa	9,70 Bb	8,62 Ca	7,46 Da	9,91 Ba
Agrosilício	15,78 Aa	9,21 Bb	8,95 Ba	7,60 Ca	9,99 Ba
Folha Top® Aminoagro	14,71 Ab	10,27 Ba	7,07 Cb	7,77 Ca	9,83 Ba
Amino Plus	16,20 Aa	9,62 Bb	9,81 Ba	7,34 Ca	9,99 Ba
Fosfito de Potássio	15,34 Aa	10,31 Ba	9,88 Ba	7,74 Ca	10,52 Ba
Liqui-Plex® Bonder	13,79 Ab	10,45 Ba	9,06 Ca	8,11 Ca	10,79 Ba
Liqui-Plex® CaMg+B	15,58 Aa	9,23 Cb	7,85 Cb	8,39 Ca	10,83 Ba
Liqui-Plex® Fast	16,55 Aa	10,59 Ba	8,45 Ca	7,82 Ca	10,17 Ba
Captana	14,21 Ab	11,04 Ba	9,16 Ca	8,68 Ca	11,09 Ba
CV (%)	7,52				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Dados transformados em $\sqrt{y+1}$. Lote 1: BRS Aroeira – Itaporanga; Lote 2: BRS Aroeira – Remígio; Lote 3: BRS 368 RF – Embrapa; Lote 4: BRS Rubi – Remígio; Lote 5: BRS Verde – Ingá. Testemunha (ADE); AgroMos® (3 mL L⁻¹); Agrosilício Plus® (3 g L⁻¹); Folha Top® Aminoagro (1,5 mL L⁻¹); Amino Plus® (1,5 mL L⁻¹); Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Bonder (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® CaMg+B (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Fast (1,5 mL L⁻¹) e Fungicida Captana (240 g/100 kg de sementes).

Para as cinco cultivares avaliadas, os tratamentos influenciaram no aumento da velocidade de emergência (IVE), no entanto, apenas a Aroeira (Lote 1) apresentou resultados

superiores às demais (Tabela 6), em que os tratamentos Folha Top[®] Aminoagro, Liqui-Plex[®] Bonder e fungicida apresentaram os menores valores quando comparados com a testemunha e demais tratamentos. Com relação ao IVE na BRS 368 RF (Lote 3), verifica-se a mesma tendência da porcentagem de emergência, cujos tratamentos Folha Top[®] Aminoagro e Liqui-Plex[®] CaMg+B foram responsáveis pelos menores resultados. Na cultivar Aroeira (Lote 2), constatou-se que os tratamentos Folha Top[®] Aminoagro, Fosfito de Potássio, Liqui-Plex[®] Bonder e Liqui-Plex[®] Fast obtiveram os maiores índices não diferendo do fungicida.

Tunes et al. (2014), verificaram que houve um aumento de plântulas emergidas com a utilização de Si. O uso de Si aumenta o nível de auxina, fitohormônio importante para crescimento da célula, assim promovendo o desenvolvimento das plântulas (DELAVAR et al. 2017).

Na avaliação do comprimento de raízes (CPR) (Tabela 7), observou-se que dentre as cultivares, Aroeira (Lote 1) e Verde (Lote 5) não houve interferência dos tratamentos. Os maiores valores de CPR foram verificados nas cultivares Aroeira (Lote 2) e Rubi (Lote 4). Na cultivar Aroeira (Lote 2), apenas as sementes tratadas com fungicida apresentaram resultados inferiores em relação aos demais tratamentos. Efeito semelhante foi constatado na cultivar Rubi (Lote 4), com AgroMos[®], Agrosilício e Amino Plus[®]. De forma geral, para o comprimento da parte aérea (CPA) (Tabela 7), constatou-se que a cultivar Aroeira (Lote 1) proporcionou maiores resultados em relação às demais. No entanto, os menores valores foram obtidos na BRS 368 RF (Lote 3) com Folha Top[®] Aminoagro, Liqui-Plex[®] CaMg+B e Liqui-Plex[®] Fast, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos.

Para a massa seca de raízes (MSR) foram observadas diferenças significativas entre cultivares e tratamentos (Tabela 7). As cultivares Aroeira (Lote 2) e Rubi (Lote 4) foram as que apresentaram resultados superiores, no entanto, não foram observadas diferenças entre os tratamentos. Comportamento semelhante foi observado na BRS 368 RF (Lote 3) em que os tratamentos não influenciaram na variável analisada. Os tratamentos Liqui-Plex[®] Fast na Aroeira (Lote 1) assim como Liqui-Plex[®] CaMg+B na cultivar Verde (Lote 5) proporcionaram maiores conteúdos de MSR, diferindo estatisticamente dos demais.

Quanto ao conteúdo de massa seca de parte aérea (MSA) nas Aroeira (Lote 2) e Rubi (Lote 4) não foi constatado efeito significativo, independente do tratamento utilizado (Tabela 8). Por outro lado, o menor conteúdo de MSA na cultivar Verde (Lote 5) foi verificado na testemunha (0,393 cm) diferindo dos demais tratamentos. Em todas as variáveis, a utilização dos elicitores demonstrou resultados promissores, uma vez que o melhor desempenho fisiológico nos testes de germinação e emergência foram evidenciados em todos os tratamentos, assim seus resultados foram iguais ou superiores à testemunha e ao fungicida.

Tabela 7. Comprimento da raiz (CPR), parte aérea (CPA), massa seca de raiz (MSR) e parte aérea (MSA) em sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) tratadas com elicitores de resistência.

Tratamentos	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5
	-----CPR (cm)-----				
Testemunha	5,73 Da	10,94 Aa	6,61 Ca	11,51 Aa	7,77 Ba
AgroMos®	4,73 Da	11,31 Aa	6,74 Ca	8,42 Bb	7,69 Ba
Agrosilício	5,11 Da	9,36 Ac	6,00 Cb	8,96 Ab	8,00 Ba
Folha Top® Aminoagro	4,85 Da	10,20 Ab	6,61 Ca	10,36 Aa	7,70 Ba
Amino Plus	5,53 Da	8,64 Ac	6,60 Ca	9,13 Ab	7,48 Ba
Fosfito de Potássio	5,09 Ea	9,91 Bb	7,12 Da	10,75 Aa	8,04 Ca
Liqui-Plex® Bonder	4,64 Da	10,64 Aa	6,75 Ca	10,73 Aa	7,87 Ba
Liqui-Plex® CaMg+B	5,06 Ca	10,84 Aa	5,71 Cb	10,78 Aa	8,21 Ba
Liqui-Plex® Fast	4,93 Da	10,4 Ab	6,12 Cb	10,53 Aa	7,62 Ba
Captana	4,88 Da	7,90 Bd	5,82 Cb	10,35 Aa	7,81 Ba
CV (%)	7,02				
	-----CPA (cm)-----				
Testemunha	14,10 Ab	11,24 Bb	10,90 Ba	9,80 Cb	11,90 Bb
AgroMos®	15,18 Aa	12,31 Ba	10,91 Ca	10,53 Ca	11,71 Bb
Agrosilício	13,83 Ab	10,54 Cb	10,26 Ca	9,72 Cb	11,97 Bb
Folha Top® Aminoagro	12,11 Ac	11,39 Ab	9,19 Bb	9,62 Bb	11,78 Ab
Amino Plus	13,14 Ac	12,10 Aa	10,41 Ba	9,65 Bb	12,40 Aa
Fosfito de Potássio	12,58 Ac	12,93 Aa	10,74 Ca	9,81 Db	11,82 Bb
Liqui-Plex® Bonder	12,57 Ac	12,59 Aa	10,19 Ba	10,60 Ba	12,65 Aa
Liqui-Plex® CaMg+B	12,97 Ac	11,40 Bb	9,59 Cb	9,85 Cb	13,27 Aa
Liqui-Plex® Fast	12,27 Ac	11,85 Aa	9,85 Bb	10,36 Ba	11,64 Ab
Captana	12,97 Ac	12,49 Aa	10,75 Ba	11,34 Ba	11,44 Bb
CV (%)	5,61				
	-----MSR (cm)-----				
Testemunha	0,049 Cb	0,282 Aa	0,066 Ca	0,307 Aa	0,144 Bc
AgroMos®	0,054 Cb	0,290 Aa	0,058 Ca	0,301 Aa	0,190 Bc
Agrosilício	0,064 Cb	0,321 Aa	0,063 Ca	0,306 Aa	0,222 Bb
Folha Top® Aminoagro	0,055 Cb	0,314 Aa	0,051 Ca	0,316 Aa	0,176 Bc
Amino Plus	0,035 Cb	0,326 Aa	0,065 Ca	0,297 Aa	0,222 Bb
Fosfito de Potássio	0,054 Cb	0,288 Aa	0,068 Ca	0,281 Aa	0,133 Bc
Liqui-Plex® Bonder	0,095 Cb	0,332 Aa	0,062 Ca	0,295 Aa	0,231 Bb
Liqui-Plex® CaMg+B	0,050 Bb	0,309 Aa	0,048 Ba	0,289 Aa	0,298 Aa
Liqui-Plex® Fast	0,154 Ba	0,305 Aa	0,048 Ca	0,329 Aa	0,151 Bc
Captana	0,065 Cb	0,316 Aa	0,051 Ca	0,302 Aa	0,136 Bc
CV (%)	17,87				
	-----MSA (cm)-----				
Testemunha	0,684 Aa	0,570 Ba	0,712 Aa	0,571 Ba	0,393 Cb
AgroMos®	0,558 Bb	0,560 Ba	0,728 Aa	0,616 Ba	0,692 Aa
Agrosilício	0,622 Ba	0,586 Ba	0,724 Aa	0,596 Ba	0,650 Ba
Folha Top® Aminoagro	0,639 Aa	0,606 Aa	0,589 Ab	0,555 Aa	0,675 Aa
Amino Plus	0,551 Bb	0,560 Ba	0,687 Aa	0,603 Ba	0,584 Ba
Fosfito de Potássio	0,502 Cb	0,579 Ba	0,740 Aa	0,601 Ba	0,639 Ba
Liqui-Plex® Bonder	0,581 Bb	0,586 Ba	0,721 Aa	0,558 Ba	0,718 Aa
Liqui-Plex® CaMg+B	0,572 Bb	0,579 Ba	0,520 Bb	0,580 Ba	0,732 Aa
Liqui-Plex® Fast	0,500 Bb	0,547 Ba	0,519 Bb	0,557 Ba	0,657 Aa
Captana	0,562 Bb	0,562 Ba	0,530 Bb	0,575 Ba	0,687 Aa
CV (%)	9,92				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Dados transformados em $\sqrt{y+1}$. Lote 1: BRS Aroeira – Itaporanga; Lote 2: BRS Aroeira

– Remígio; Lote 3: BRS 368 RF – Embrapa; Lote 4: BRS Rubi – Remígio; Lote 5: BRS Verde – Ingá. Testemunha (ADE); AgroMos® (3 mL L⁻¹); Agrosilício Plus® (3 g L⁻¹); Folha Top® Aminoagro (1,5 mL L⁻¹); Amino Plus® (1,5 mL L⁻¹); Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Bonder (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® CaMg+B (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Fast (1,5 mL L⁻¹) e Fungicida Captana (240 g/100 kg de sementes).

A disponibilidade adequada de nutrientes nas sementes supre as necessidades iniciais das plântulas (TUNES et al., 2012), resultando no aumento da taxa de crescimento, germinação e vigor das plântulas, limitando o intervalo em que o patógeno pode infectar as sementes ou as plântulas durante o período germinativo (LAMICHHANE et al., 2017). É de fundamental importância a obtenção de plântulas vigorosas, para que haja o desenvolvimento e a uniformidade das plantas, consequentemente uma boa produtividade (MONDO; NASCENTE; CARDOSO NETO, 2016).

4. CONCLUSÃO

Os elicitores de resistência reduziram consideravelmente a incidência de *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., e *Nigrospora* sp.

Os tratamentos à base Silício, fosfito de potássio e aminoácidos influenciaram positivamente no vigor das sementes das cultivares de algodoeiro avaliadas.

5. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, C. E.; BERTUZZI, E. C.; DEUNER, C.; MENEGHELLO, G. E.; CAMPOS, E. J.; KERCHNER, A. C. 2018. Performance fisiológica de sementes de milho híbrido submetidas a tratamento com inseticida, fungicida e nutrientes. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 2, p. 348-355, 2018.
- ALBUQUERQUE, R. R. S.; CAVALCANTI, J. J. V.; FARIAS, F. J. C.; QUEIROZ, D. R.; CARVALHO, L. P. Estimativas de parâmetros genéticos para seleção de algodoeiro de fibra colorida. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 01, p. 253-259, 2020.
- BERNARDI, C.; BUSSO, C.; BORIN, R. C.; MAZARO, S. M.; SABURO, R. S. S. The First report of *Nigrospora sphaerica* Associated with *Heliocarpus americanus* seeds in Brazil. **Floresta e Ambiente**, v. 28, n. 1, p. 1-3, 2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 399 p. 2009.
- BORIN, R. C.; POSSENTI, J. C.; REY, M. S.; MAZARO, S. M.; BERNARDI, C.; DEUNER, C.; SABURO, R. S. S. Desempenho fisiológico e indução de resistência de sementes de milho tratadas com fungicidas associados a fertilizantes a base de fosfitos. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 12, p. 33321-33338, 2019.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. FUNEP, Jaboticabal. 590 p. 2012.

CONCEIÇÃO, G. M.; LÚCIO, A. D.; MERTZ-HENNING, L. M.; HENNING, F. A.; BECHE, M.; ANDRADE, F. F. D. Physiological and sanitary quality of soybean seeds under different chemical treatments during storage. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 11, p. 1020-1024, 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safra 2019/20: décimo primeiro levantamento**. Brasília: Conab, p. 109. 2021.

COPPO, J. C.; STANGARLIN, J. R.; MIORANZA, T. M.; COLTRO-RONCATO, S.; KUHN, O. J.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Sanidade e germinação de sementes de soja tratadas com extratos de plantas e de fungo. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 15, n. 2, p. 92-99, 2017.

DARIO, G. J. A.; DARIO, I. S. N.; VAZQUEZ, G. H.; PERES, A. R. Adubação foliar com produtos à base de aminoácidos e fosfito na cultura do arroz irrigado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 13, n. 2, p. 119-129, 2014.

DELAVAR, K.; GHANATI, F.; ZARE-MAIVAN, H.; BEHMANESH, M. Effects of silicon on the growth of maize seedlings under normal, aluminum, and salinity stress conditions. **Journal of Plant Nutrition**, v. 40, n. 10, p. 1475-1484, 2017.

DÖRR, C. S.; ALMEIDA, T. L. D.; PANOZZO, L. E.; SCHUCH, L. O. B. Treatment of soybean seeds of different levels of physiological quality with amino acids. **Journal of Seed Science**, v. 40, p. 407-414, 2018.

DÖRR, C. S.; ALMEIDA, T. L.; GULARTE, J. A.; ROSA, M. M.; CAVALHEIRO, H. D. M. F.; PANOZZO, L. E. Desempenho de lotes de sementes de trigo de diferentes níveis de vigor tratados com aminoácidos. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 20376-20390, 2020.

FARIAS, O. R.; CRUZ, J. M. F. L.; GOMES, R. S. S.; NASCIMENTO, L. C., BRUNO, R. L. A.; ARRIEL, N. H. C. Ocorrência de fungos e qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro produzidas na Paraíba, Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 15, n. 2, p. 1-13, 2022.

GABRIEL, D.; TROMBETTA, G.; HENRIQUE, G.; PERECIN JÚNIOR, H.; MUNIZ, R.; SOUZA, L. C. D. Deslintamento de sementes de algodão. **Revista Conexão Eletrônica**, v. 12, n. 1, p. 105-113, 2015.

GOMES, R. D. S. S.; SOUZA, R. F. S.; NASCIMENTO JUNIOR, J. L.; PEREIRA, W. E.; NASCIMENTO, L. C. Controle de fitopatógenos e qualidade de sementes de *Oryza sativa* L. tratadas com argila silicatada. **Acta Biológica Catarinense**, v. 9, n. 1, p. 59-68, 2022.

GUPTA, S.; DUBEY, A.; SINGH, T. *Curvularia lunata* as, a dominant seed-borne pathogen in *Dalbergia sissoo* Roxb: Its location in seed and its phytopathological effects. **African Journal of Plant Science**, v. 11, n. 6, p. 203-208, 2017.

JULIATTI, F. C., JUNIOR, R. D. B., MARTINS, J. A. S. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de algodoeiro produzidas nas regiões do Triângulo Mineiro e sul de Goiás. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 24-31, 2011.

LAMICHHANE, J. R.; DÜRR, C.; SCHWANCK, A. A.; ROBIN, M. H.; SARTHOU, J. P.; CELLIER, V.; MESSÉAN, A.; AUBERTOT, J. N. Integrated management of dampingoff diseases. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 37, n. 10, p. 1-25, 2017.

MARCENARO, D.; VALKONEN, J. P. T. Seedborne pathogenic fungi in common bean (*Phaseolus vulgaris* cv. INTA Rojo) in Nicaragua. **Plos One**, v. 11, n. 12, p. 1-18, 2016.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MONDO, V.H.V.; NASCENTE, A.S.; CARDOSO NETO, M.O. Common bean seed vigor affecting crop grain yield. **Journal of Seed Science**, v. 38, n. 4, p. 365-370, 2016.

OLIVEIRA, J. S. B.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; BONATO, C. M.; CARNEIRO, S. M. T. P. G. Homeopatas de óleos essenciais sobre a germinação de esporos e indução de fitoalexinas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 1, p. 208-215, 2017.

OLIVEIRA, M. D. M.; NASCIMENTO, L. C.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P., GUEDES, R. S.; SILVA NETO, J. J. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* A.C. Smith submetidas à termoterapia e tratamento químico. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 1, p. 45-50, 2011.

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RIBEIRO, M. F.; ARAÚJO, E. F.; SOUZA, G. A.; PIRES, R. M. A.; ARAÚJO, R. F.; MARTINEZ, P. A. H. RIBEIRO, M. R. F. Coffee seeds conservation in natural environment with alternative fungi control. **International Journal of Current Research**, v.7, n.11, p.23091-23098, 2015.

RUFINO, C. A.; TAVARES, L. C.; MARTÍN-RAMOS, P.; FERNANDES-VIEIRA, J.; ABREU JUNIOR, J. S.; SILVA, F. J. A.; FERNANDES-CORREA, M.; MARTÍN-GIL, J. Performance of soybean seedlings upon nutrient application by seed coating. **Brazilian Archives of Biology And Technology**, v.60, p.1-11, 2017.

RUIZ FILHO, R. R.; SANTOS, A. F.; MEDEIROS, A. C. S.; JACCOUD, D. O. S. Fungos associados às sementes de cedro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 30, n. 4, p. 494-496, 2004.

SCHNEIDER, C. F.; GUSATTO, F. C.; MATOS MALAVASI, M.; STANGARLIN, J. R.; MALAVASI, U. C. Termoterapia na qualidade fisiológica e sanitária de sementes armazenadas de pinhão-mansão. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 47-56, 2015.

SEIFERT, K.; MORGAN-JONES, G.; GAMS, W.; KENDRICK, B. The genera of Hyphomycetes. CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre. Utrecht. p. 866. 2011.

SHI, Y.; ZHANG, Y.; YAO, H.; WU, J.; SUN, H.; GONG, H. Silicon improves seed germination and alleviates oxidative stress of bud seedlings in tomato under water deficit stress. **Plant Physiol Biochem**, v.78, p.27-36, 2014.

SILVA, H. F.; PINTO, K. M. S.; NASCIMENTO, L. C.; SILVA, E. C.; SOUZA, W. C. O. Avaliação do uso de elicitores de resistência bióticos e abióticos contra a antracnose na videira (*Vitis labrusca* L.). **Summa Phytopathologica**, v. 45, p. 70-75, 2019.

SILVA FLÁVIO, N. S.; SALES, N. L. P.; AQUINO, C. F.; SOARES, E. P. S.; AQUINO, L. F. S.; CATÃO, H. C. R. M. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de sorgo tratadas com extratos aquosos e óleos essenciais. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.1, p.7-20, 2014.

TUNES, L. M.; PEDROSO, D. C.; TAVARES, L. C.; BARBIERI, A. P. P.; BARROS, A. C. S. A.; MUNIZ, M. F. B. Tratamento de sementes de trigo com zinco: armazenabilidade, componentes do rendimento e teor do elemento nas sementes. **Ciência Rural**, v.42, n.7, p.1141-1146, 2012.

UCHÔA, C. N.; POZZA, E. A.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; UCHÔA, K. S. A., TOYOTA, M., MORAES, W. S.; FREITAS, M. L. O.; SILVA, B. M. Acibenzolar-S-Metil e silício como indutores de resistência à Sigatoka-negra em bananeira cultivar Grand Naine (AAA). **Revista Agrarian**, v.7, p.189-196, 2014.

USDA - United States Department of Agriculture. **Cotton world supply, use and trade. Available**

on: <[https://www.fas.usda.gov/ data/ cotton-world-markets-and-trade](https://www.fas.usda.gov/data/cotton-world-markets-and-trade)>. Accessed on: Mar. 2018.

VECHIATO, M. H.; PARISI, J. J. D. Importância da qualidade sanitária de sementes de florestais na produção de mudas. **Biológico**, v.75, n.1, p.27-32, 2013.

WHAN, J. A.; DANN, E. K.; AITKEN, E. A. Effects of silicon treatment and inoculation with *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* on cellular defences in root tissues of two cotton cultivars. **Annals of Botany**, v.118, n.2, p.219–226, 2016.

Capítulo III

INDUTORES DE RESISTÊNCIA NO MANEJO DA RAMULOSE DO ALGODOEIRO

SILVA, H. F. **Indutores de resistência no manejo da ramulose do algodoeiro.** (Doutorado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB. 2022.

RESUMO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma das mais importantes culturas do mundo, principalmente por sua utilização em diversos setores industriais. Entre os fatores que podem afetar significativamente a produtividade desta cultura está a ocorrência de doenças, dentre elas a ramulose, que podem causar grandes prejuízos, além de obrigar a adoção de práticas de controle. Uma alternativa bastante promissora para o controle de doenças em plantas é a utilização de indutores de resistência. O objetivo do trabalho foi determinar a eficiência de indutores de resistência no controle da ramulose, causada por *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*, avaliando as características morfológicas, fisiológicas e bioquímicas em plantas da cultivar BRS Aroeira. O experimento foi conduzido na área experimental da Chã do jardim, pertencente a Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia, PB, utilizando-se sementes de algodoeiro BRS Aroeira obtidas de agricultores familiares na cidade de Remígio - PB, sendo realizado em dois anos consecutivos, 2020 e 2021. Os tratamentos utilizados foram AgroMos® (3 mL L⁻¹), Agrosilício (3 g L⁻¹), Top Folha® Aminoagro (1,5 mL L⁻¹), Amino Plus® (1,5 mL L⁻¹), Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹), Lique Plex® Bonder (1,5 mL L⁻¹), Lique Plex® CaMg+B (1,5 mL L⁻¹), Lique Plex® Fast (1,5 mL L⁻¹), fungicida Azoxistrobina (400 mL/ha) e a testemunha (plantas não tratadas). Foram avaliadas a cada 15 dias altura, largura e diâmetro de caule das plantas de algodoeiro, totalizando quatro avaliações. As avaliações da severidade da ramulose ocorreram após os primeiros sintomas, sendo realizadas a cada sete dias. Aos 90 dias realizaram-se as avaliações de trocas gasosas, com as seguintes variáveis: assimilação líquida de CO₂ (A) (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹), condutância estomática (gs) (mol m⁻² s⁻¹), concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (Ci) (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹), transpiração (E) (mmol H₂O m⁻² s⁻¹), eficiência no uso da água (EUA=A/E), eficiência intrínseca no uso da água (EiUA=A/gs), eficiência instantânea de carboxilação (EiC=A/Ci) e a temperatura foliar (TF) (°C) e de clorofila a, b e total. Foram retiradas folhas para a quantificação da atividade enzimática da peroxidase (POX), polifenoloxidase (PPO) e fenilalanina amônia-liase (FAL). O Liqui-Plex® Fast proporcionou plantas mais vigorosas e maior produtividade no primeiro ano de cultivo. Os tratamentos à base de silício, fosfito de potássio e aminoácidos em plantas de algodoeiro não influenciam nas trocas gasosas e nos teores de clorofila. O AgroMos® apresentou alto potencial no controle da ramulose em plantas de algodoeiro da cultivar BRS Aroeira. Os tratamentos AgroMos®, Agrosilício Plus®, Folha Top® e Fosfito de Potássio induzem a produção das enzimas peroxidase (POX), polifenoloxidase (PPO) e fenilalanina amônia-liase (FAL).

Palavras-chave: *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*; fibra branca; clorofila; enzimas.

SILVA, H. F. **Resistance inducers in the management of cotton ramulose.** (Doutorado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB. 2022.

ABSTRACT

Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) is one of the most important crops in the world, mainly for your utilization in various industrial sectors. Among the factors that can significantly affect the productivity of this crop is the occurrence of diseases that can cause great losses, in addition you oblige the adoption of control practices. A very promising alternative for the control of diseases in plants is the utilization of resistance inducers. The objective of this work was to determine the efficiency of resistance inducers in the control of ramulose, caused by *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*, evaluating the morphological, physiological and biochemical characteristics in plants of the cultivar BRS Aroeira. The experiment was carried out in the experimental area of Chã do Jardim, belonging to UFPB, using BRS Aroeira cotton seeds obtained from family farmers in the city of Remígio - PB, being carried out in two consecutive years, 2020 and 2021. The treatments used were: AgroMos® (3 mL L⁻¹), Agrosilicon (3 g L⁻¹), Top Folha® Aminoagro (1.5 mL L⁻¹), Amino Plus® (1.5 mL L⁻¹), Potassium Phosphite (3 mL L⁻¹), Lique Plex® Bonder (1.5 mL L⁻¹), Lique Plex® CaMg+B (1.5 mL L⁻¹), Lique Plex® Fast (1.5 mL L⁻¹), Azoxystrobin fungicide (400 mL/ha) and control (untreated plants). Were evaluated every 15 days the height, width and stem diameter of cotton plants, totaling four evaluations. At 90 days gas exchange evaluations performed, with the following variables: net assimilation of CO₂ (A) (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹), stomatal conductance (gs) (mol m⁻² s⁻¹), CO₂ concentration in intercellular spaces (Ci) (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹), transpiration (E) (mmol m⁻² s⁻¹), water use efficiency (USA–W/E), intrinsic efficiency in the use of water (EiUA=A/gs) instantaneous efficiency of carboxylation (EiC=A/Ci) and leaf temperature (TF) (°C) and of chlorophyll a, b and total. Were leaves withdrawals to quantify the enzymatic activity of peroxidase (POX), polyphenoloxidase (PPO) and phenylalanine ammonia lyase (FAL). The Liqui-Plex® Fast provided more vigorous plants and higher productivity in the first year of cultivation. The treatments based on silicon, potassium phosphite and amino acids in cotton plants do not influence gas exchange and chlorophyll contents. The AgroMos® showed high potential in the control of ramulose in cotton plants of the cultivar BRS Aroeira. The treatments AgroMos®, Agrosilício Plus®, Folha Top® and Potassium Phosphite induce the production of peroxidase (POX), polyphenoloxidase (PPO) and phenylalanine ammonia-lyase (FAL) enzymes.

Keywords: *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*; white fiber; chlorophyll; enzymes.

1. INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma cultura de clima tropical, sendo uma das mais importantes no mundo, em virtude principalmente, da abrangente utilização nos numerosos setores industriais (ALMEIDA et al., 2017). A exportação nacional correspondente ao mês de abril de 2022 foi de 136 mil toneladas de fibra, obtendo um rendimento de US\$ 306,6 milhões. Quando comparado ao mesmo período no ano 2021, houve uma queda de 19%, devido a diminuição da oferta nesse ano (CONAB, 2022).

A cotonicultura é considerada um dos ramos da agricultura de maior importância na economia do país, movimentando o capital financeiro e gerando emprego para milhares de pessoas. A produtividade dessa cultura apresentou um aumento devido aos avanços genéticos e melhorias no sistema de produção, entretanto, a ocorrência de pragas e doenças afetam significativamente na produtividade (MONTALVÃO et al., 2021).

Entre as doenças que prejudicam o algodoeiro no Brasil, destaca-se a ramulose, causada pelo fungo *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* (MORENO-MORAN; BURBANO-FIGUEROA, 2016). Esse patógeno infecta as folhas, pecíolos e colmo, provocando o nanismo e o superbrotamento dos ramos, afetando a formação das maçãs e, consequentemente a produtividade. As perdas causadas pela doença podem ser de 70% ou mais quando a incidência é severa (PUIA et al., 2020).

O controle convencional da ramulose é realizado através da utilização de agrotóxicos, no entanto, esses produtos têm demonstrado elevado custo e gerado a resistência dos patógenos, além de ocasionar danos ao meio ambiente e a saúde humana e animal. Muitas pesquisas têm buscado medidas alternativas para minimizar o uso destes produtos químicos (SOARES et al., 2017).

Uma alternativa bastante utilizada para a diminuição do uso de fungicida são os indutores de resistência (SILVA et. al., 2019). São moléculas ou compostos vegetais que desencadeiam ou ativam mecanismos de defesa na planta, assim resultando em uma interação entre o indutor e o receptor celular, estimulando o crescimento e indução de resistência a doença (MELO et al., 2020). Atualmente, o fosfito de potássio e silício tem sido utilizado como estratégia alternativa de manejo de doenças, sendo capazes de desempenhar ação direta nos patógenos causadores de doenças de diversas plantas cultivadas e de indutores de resistência (DEMARTELAERE et al., 2021).

O fosfito de potássio tem propriedades que estimulam a formação de substâncias naturais de indução na planta, como as fitoalexinas, e atua diretamente sobre o patógeno, diminuindo o crescimento e a esporulação (YÁÑEZ-JUÁREZ et al., 2018). O Silício (Si) é eficiente no controle de doenças em planta, por ativar mecanismos de defesa, como a

concentração de compostos fenólicos, fitoalexinas, lignina, enzimas de defesa e antioxidantes, além de se concentrar nos tecidos da planta, deixando a parede celular mais resistente, assim dificultando a penetração de fitopatógenos (KIDO et al., 2015; SILVA et al., 2015).

Outra alternativa é o uso de aminoácidos no manejo de doenças de plantas. Produtos à base de aminoácidos são aplicados em superfície foliar, sementes e até em solo, estimulam a eficiência e absorção dos nutrientes, consequentemente, protegendo a planta de situações adversas como seca, granizo, temperaturas elevadas e ataque de patógenos, resultando no aumento da produtividade (SILVA et al., 2016).

Face ao exposto, o objetivo da pesquisa foi determinar a eficiência dos indutores de resistência no controle da ramulose, bem como, dos caracteres morfológicos, fisiológicos e bioquímicos em plantas da cultivar BRS Aroeira.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do experimento

O experimento foi realizado em uma área experimental da Fazenda Chã do Jardim, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias/UFPB, localizada no município de Areia, PB (6° 58' 12" S e 35° 42' 15" W), com altitude de 575 m, em regime de sequeiro, sob condições de campo, entre os meses de setembro de 2020 a janeiro de 2021. O experimento foi repetido no período de julho a novembro de 2021. O solo na área experimental é classificado como Latossolo Amarelo Eutrófico, segundo as normas da EMBRAPA (2018). A análise de solo foi realizada pelo método convencional, a partir de subamostras da camada de 0-0,20 m, em caminhamento ziguezague, para constituir uma amostra composta e encaminhada para a caracterização quanto os atribuídos químicos e físicos. De acordo com a análise de solo foi necessário a realização de uma calagem, como a aplicação manual do calcário, no segundo ciclo, pois o pH do solo estava 5,1, não havendo esta necessidade no primeiro ciclo pois o pH foi de 5,6.

Os dados climáticos de precipitação pluviométrica, temperatura máxima e mínima, referentes aos meses de condução dos experimentos, são apresentados na Figura 1 (Estação Meteorológica da UFPB/CCA, Campus II, Areia – PB).

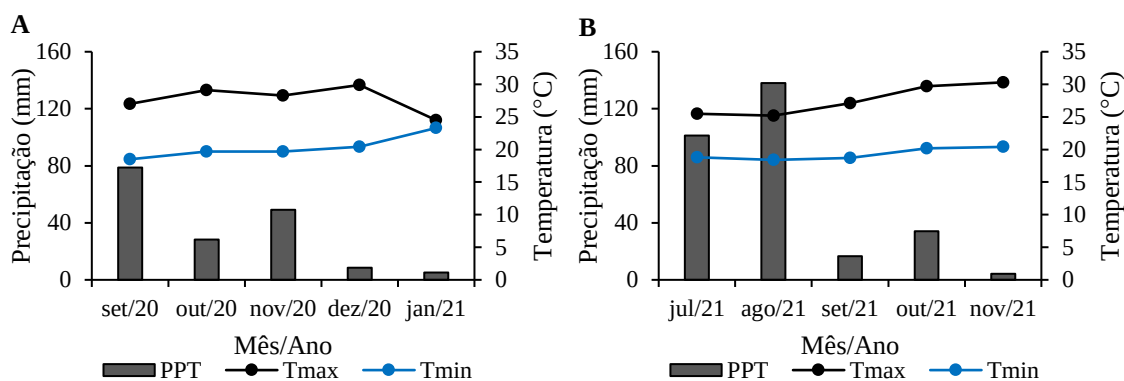


Figura 1. Valores médios de Precipitação total (PPT), temperatura máxima (Tmax) e mínima (Tmin) registrados nos meses de condução do experimento em campo no município de Areia, Paraíba.

A precipitação acumulada foi de 170 mm no primeiro ano e 294 mm no segundo ano, sendo registradas variações de média mensais entre 5,2 a 78,8 mm em 2020, enquanto em 2021 foram registrados valores entre 4,2 a 138 mm. A temperatura no primeiro ano de cultivo variou de 18,5 a 29,9 °C, com média de 24 °C, enquanto no segundo ano, a temperatura média foi um 23,4 °C, com uma variação de 18,4 a 30,3 °C (Figuras 1A e 1B).

A cultivar de algodoeiro herbáceo utilizada para a condução do experimento foi a BRS Aroeira. As sementes foram obtidas de pequenos produtores do assentamento Queimadas no município de Remigio, PB (07° 49' 15" S 38° 09' 10" W). As sementes foram deslintadas, por via úmida, com ácido sulfúrico (H₂SO₄), na relação de 7 kg de sementes para 1 litro de ácido concentrado (p.a.), por 5 minutos, em seguida lavadas em água corrente (GABRIEL et al., 2015) e colocadas para secar em temperatura ambiente 25 ± 2 °C. Sementes malformadas e com ataque de pragas foram descartadas.

Após, a demarcação da área experimental, foram feitas as aberturas das covas para o plantio, sendo realizado primeiramente a adubação com NPK, de acordo com a recomendações do IPA, 2008 para a cultura do algodoeiro, em que teve como aplicação as doses de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato simples e de 60 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio. Aos 30 dias após a semeadura foi aplicado 30 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia. O semeio foi realizado manualmente, três sementes por cova, sendo que cada unidade experimental continha 13,5 m² (3 m x 4,5 m), dividida em 3 linhas com espaçamento de 1 m entre linhas e 0,5 m entre plantas, contendo um total de 27 plantas por parcela. Cada subparcela foi composta de nove plantas, em que a área útil de cada subparcela foi constituída de cinco plantas. Antes de iniciar a primeira aplicação dos tratamentos, realizou-se o desbaste, as plantas estavam no estágio de fenológico V6 (MARUR; RUANO, 2001), aos 30 dias após o semeio, deixando a planta mais vigorosa.

Os tratamentos utilizados foram AgroMos® (3 mL L⁻¹); Agrosilício Plus® (3 g L⁻¹); Folha Top® Aminoagro (1,5 mL L⁻¹); Amino Plus® (1,5 mL L⁻¹); Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Bonder (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® CaMg+B (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Fast (1,5 mL L⁻¹), Authority® (Azoxistrobina; Flutriafol 400 mL/ha), concentrações de acordo com a recomendação do fabricante, e a testemunha, composta por água destilada esterilizada (ADE). Foram realizadas três pulverizações, em toda a planta, no intervalo de 30 dias entre aplicações. As aplicações foram iniciadas 30 dias após a semeadura, sendo utilizado pulverizador costal manual com capacidade de 10 L (Guarany®) com bico de jato cone.

2.2 Avaliação da ramulose

As avaliações de severidade foram realizadas (apenas no segundo ciclo, pois no primeiro não houve ocorrência da doença) quando surgiram os primeiros sintomas, sendo realizadas a cada sete dias, tomando como base três folhas de cada região da planta (basal, mediana e apical) atribuindo notas, conforme escala diagramática adaptada de Aquino et al. (2008), a qual foi desenvolvida para avaliação da severidade da ramularia (*Ramularia areola*), sendo essa adaptada para a realização das avaliações de severidade da ramulose (*Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*).

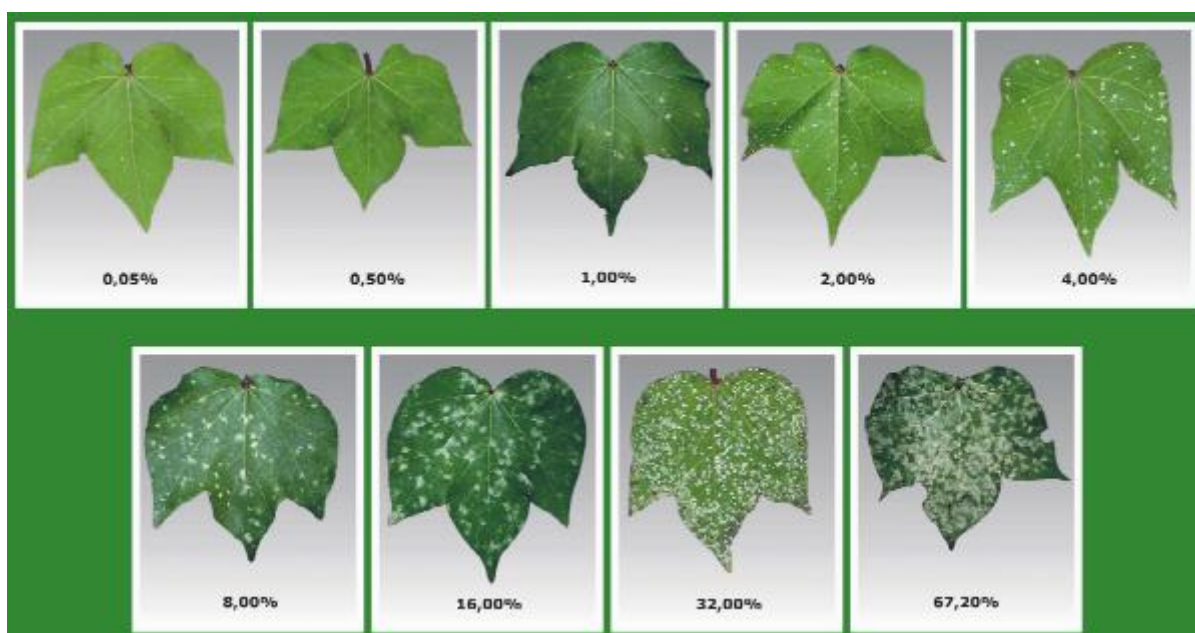


Figura 2. Escala diagramática para avaliação da severidade da ramulose (*Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*) do algodoeiro. Aquino et al. (2008).

Os dados de severidade foram utilizados para determinação da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) conforme a fórmula descrita por Shaner; Finney (1977). onde: $AACPD = \sum [(y_i + y_{i+1})/2] * [(t_{i+1} - t_i)]$, onde y_i e y_{i+1} são as percentagens de áreas

lesionadas observadas durante as avaliações e $t_{i+1}-t_i$ são os intervalos de tempo entre as avaliações. Através do cálculo da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença de cada tratamento foi calculada a proteção, no qual a % Proteção = $(AACPD \text{ Tratamentos} \times 100 / AACPD \text{ Testemunha})$.

Para a determinação do Índice de Doença (%) foi utilizado os dados da severidade e calculado pela fórmula proposta por McKinney (1923), $ID (\%) = (n * v) / (N * V) * 100$

2.3 Avaliação das características morfológicas.

Após 30 dias da primeira aplicação dos tratamentos foram avaliados o diâmetro do caule, sendo determinado, com auxílio de um paquímetro digital. A altura e largura de planta foram estabelecidas pela medição com régua graduada em centímetros, sendo a altura medida da parte acima do colo até o ápice caulinar, realizadas no intervalo de 15 dias, totalizando quatro avaliações. O número de capulhos foi realizado a partir da contagem de todos os capulhos de cada planta e a colheita dos capulhos realizou-se manualmente, quando cerca de 70% dos capulhos estavam abertos, em torno de 130 dias após do plantio. A produtividade foi determinada a partir da média obtida pela pesagem dos capulhos bem balança de precisão e expressa em kg ha^{-1} .

2.4 Trocas gasosas e clorofila

As avaliações das trocas gasosas foram realizadas aos 90 dias após a semeadura (FERRAZ et al., 2014), sendo determinadas com o auxílio do analisador de gás no infravermelho - IRGA (modelo LI-6400XT, LI-COR®, Nebraska, USA) com fluxo de ar de $300 \mu\text{mol s}^{-1}$ e fonte de luz acoplada de $1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, sendo as medições aferidas no período entre as 8h00 e 10h00 da manhã. Foram avaliadas a assimilação líquida de CO_2 (A) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (gs) ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração de CO_2 nos espaços intercelulares (Ci) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência no uso da água ($\text{EUA} = A/E$), eficiência intrínseca no uso da água ($\text{EiUA} = A/\text{gs}$), eficiência instantânea de carboxilação ($\text{EiC} = A/\text{Ci}$) e temperatura foliar (TF) ($^{\circ}\text{C}$).

No mesmo período foram determinados os índices de clorofila a, b e total, sendo realizados pelo método não destrutivo, utilizando-se clorofilômetro portátil (ClorofiLOG®, modelo CFL 1030, Porto Alegre, RS), tendo os valores dimensionados em índice de clorofila Falker (ICF).

2.5 Atividade enzimática

Para a quantificação da atividade enzimática foram realizadas coletas de folhas após a última aplicação dos tratamentos, aos 90 dias da semeadura, sendo retiradas duas folhas de cada posição da planta (parte basal, mediana e apical) da parcela útil. Após a coleta, o material foi acondicionado em caixas isotérmicas, pesado, 1,0 g de folhas e macerado com nitrogênio líquido, sendo adicionado 10 mL de acetato de sódio até a obtenção de uma massa homogênea, depositada em microtubos e centrifugados a 12.000 g durante 15 minutos a -4°C , assim obtendo o sobrenadante para determinação das enzimas.

A quantificação das proteínas totais foi realizada pelo método proposto por Bradford (1976). Para o preparo da amostra foi adicionado em cubeta de quartzo, 1 mL da solução de Bradford a 100 μL da amostra. As amostras foram incubadas em temperatura ambiente por 15 minutos. Ao término da reação realizou-se a leitura na absorbância de 595 nm em espectrofotômetro (GENESYS™ 10S UV VIS).

A atividade da peroxidase (POX) foi determinada a partir da adição de 0,25 mL de extrato enzimático ao meio de reação contendo 0,25 mL de guaiacol (1,7%), 0,75 mL de tampão fosfato 0,1 M (pH 6,0) e 0,25 mL de H_2O_2 (1,8%), totalizando um volume de 1,5 mL. A determinação da atividade enzimática foi expressa em espectrofotômetro, pela variação da absorbância, no comprimento de onda de 470 nm, a 25°C e expressa em Unidades de Absorbância (UA). $\text{min}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$ de proteína.

Para determinação da atividade da polifenoloxidase (PPO) foi adicionado 0,25 mL de extrato enzimático ao meio de reação contendo 0,25 mL de S-metil-catecol 0,6 mM e 0,75 mL de tampão fosfato 0,1 M (pH 6,8). As amostras foram incubadas por 15 minutos em banho maria na temperatura de 40°C . Após este período foi realizada a paralisação da atividade das amostras com adição de 0,8 mL de ácido perclórico. A determinação da atividade enzimática foi expressa em espectrofotômetro no comprimento de onda de 395 nm, a 25°C e expressa em Unidades de Absorbância (UA). $\text{min}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$ de proteína

Para a atividade da enzima fenilalanina amônia-liase (FAL) foi adicionando 0,25 mL do extrato enzimático em tubos de ensaio com a adição de 1,5 mL da solução de tampão TRIS 0,01M, 0,5 mL de solução de fenilalanina (substrato) e 0,75 mL de ADE. Os tubos contendo as amostras foram incubadas em banho-maria a 40°C , durante 60 minutos. Em seguida as amostras foram paralisadas com a adição de 0,1 mL de ácido clorídrico a 5,0 M. A leitura foi realizada em cubeta de quartzo no espectrofotômetro pela variação da absorbância, no comprimento de onda de 290 nm, a 25°C e os resultados foram expressos em Unidades de Absorbância (UA). $\text{min}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$ de proteína.

2.6 Delineamento experimental e análise estatística

Para os parâmetros de crescimento, foi utilizado delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial 10 x 4 x 2, com dez tratamentos (AgroMos[®], Agrosilício Plus[®], Folha Top[®] Aminoagro, Amino Plus[®], Fosfito de Potássio; Liqui-Plex[®] Bonder, Liqui-Plex[®] CaMg+B, Liqui-Plex[®] Fast, além do fungicida Authority[®] e testemunha), quatro períodos de avaliação (30, 45, 60 e 75 dias após aplicação) e dois anos de cultivo (2020 e 2021) com quatro blocos. Os parâmetros de trocas gasosas, teores de clorofila e produção, foram analisados em blocos ao acaso em esquema fatorial 10 x 2 (constando de dez tratamentos vs. dois anos de cultivo), com exceção da severidade da doença que foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias (Bartlett). Para a AACPD e índice de doença os dados foram transformados de acordo com modelo proposto por Box-Cox (1964).

A análise estatística foi realizada com auxílio do software R (R Core Team, 2020), e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A severidade da ramulose foi influenciada significativamente ($p < 0,01$) pelos elicitores de resistência, como observado na curva de progresso da doença e índice de infecção (Figuras 3A, 3B). O fungicida e AgroMos[®] proporcionaram menores AACPD (31,35 e 38,81, respectivamente) e os maiores percentuais de proteção 51,27 e 39,66%. Efeito semelhante foi constatado para o índice de doença com valores incidentes de 1,3 e 1,58% (Figura 3B).

A menor intensidade da doença em plantas de algodoeiro tratadas com fungicida pode ser explicado pela presença dos princípios ativos dos grupos azoxistrobina (estrobilurina) e flutriafol (triazol) em sua formulação (SILVA et al., 2021, CARMONA; SAUTUA, 2021). As estrobilurinas atuam na respiração mitocondrial dos fungos, com maior eficiência nos processos iniciais de infecção, enquanto as moléculas fúngicas pertencentes ao grupo triazol atuam na inibição da biossíntese do ergosterol, o que afeta a formação e a seletividade da membrana plasmática, controlando com maior efetividade nas fases mais avançadas do seu ciclo de vida (SIEROTZKI, 2015; CARMONA; SAUTUA, 2021).

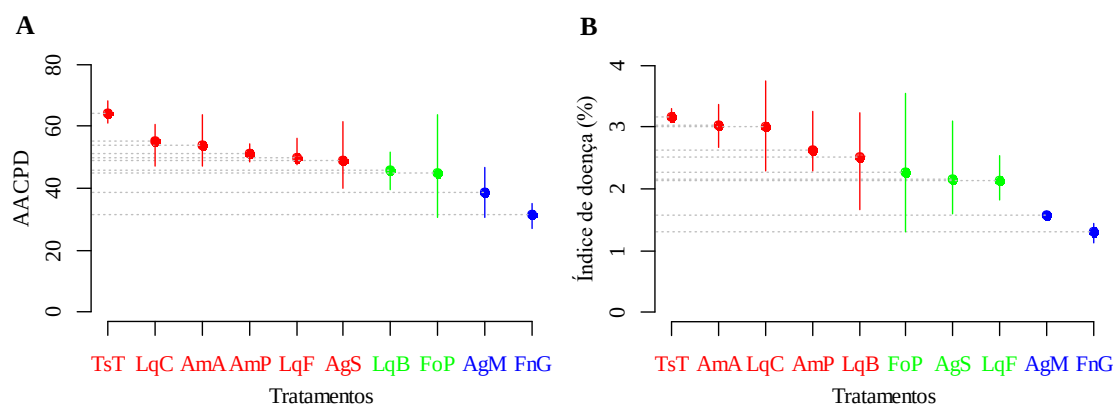


Figura 3. Área abaixo da curva de progresso da doença (A) e índice de doença (B), causada por *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* em plantas de algodoeiro, no segundo ano de cultivo (2021). Pontos e linhas verticais representam os valores médio, mínimo e máximo para cada grupo. Médias seguidas de cores diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). TsT: Testemunha (ADE); AgM: AgroMos[®] (1,5 ml L⁻¹); AgS: Agrosilício Plus[®] (3 g L⁻¹); AmA: Folha Top[®] Aminoagro; AmP: Amino Plus[®] (1,5 ml L⁻¹); FoP: Fosfito de Potássio (3 ml L⁻¹); LqB: Liqui-Plex[®] Bonder (1,5 ml L⁻¹); LqC: Liqui-Plex[®] CaMg+B (1,5 ml L⁻¹); LqF: Liqui-Plex[®] Fast (1,5 ml L⁻¹) e FnG: Fungicida Authority[®] (Azoxistrobina + Flutriafol, 1,3 mL/L).

O AgroMos[®] é um produto totalmente natural à base de mananoligossacarídeo fosforilado, oriundo da parede celular da levedura *Saccharomyces cerevisiae* e de um biocomplexo de cobre e zinco (COSTA et al., 2010). Sua efetividade no controle de fungos está relacionada com o efeito tóxico do cobre em sua composição que, embora sendo essencial para seu metabolismo, torna-se tóxico quando em excesso (LAMICHHANE et al. 2018). Por outro lado, a toxicidade frente aos patógenos, assim como a ativação de componentes bioquímicos mediados pelo AgroMos[®], confere às plantas acúmulo de metabólitos secundários, que são essenciais no sistema de defesa (NIAZIAN et al., 2021).

Becker et al. (2021) avaliando o progresso da sigatoka negra (*Pseudocercospora fijiensis*) em bananeira (*Musa* spp.), constataram que os tratamentos à base de *Bacillus subtilis* e AgroMos[®] proporcionaram menor severidade da doença, assemelhando-se ao efeito do fungicida. Semelhantemente, Horst et al. (2021) observaram redução no progresso do míldio (*Plasmopara viticola*) em videira (*Vitis vinifera*) cv. Margot, quando tratadas com AgroMos[®], corroborando com os resultados da presente pesquisa.

Em relação à altura de planta, observou-se efeito significativo ($p < 0,01$) na interação entre tratamentos e anos de cultivo (Tabela 1). Liqui-Plex[®] Fast proporcionou maior altura de planta em 2020, com redução significativa no segundo ano. Por outro lado, nesse ano apenas AgroMos[®] e Liqui-Plex[®] Bonder, promoveram resultados inferiores diferindo significativamente dos demais tratamentos, com tendência de aumento a partir do segundo período de avaliação nos dois anos consecutivos. Esse aumento pode estar associado as

condições climáticas, com período chuvoso nos dois anos de cultivo, propiciando maior crescimento das plantas (Figuras 1A e 1B).

Tabela 1. Altura e largura em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) sob aplicação de elicitores de resistência em campo, em função dos anos de cultivo e períodos de avaliação. Areia – PB.

Tratamentos	Altura de planta (cm)			Média
	2020	2021		
Testemunha	40,63 Ac	41,63 Aa		41,13
AgroMos®	40,40 Ac	39,57 Ab		39,99
Agrosilício Plus®	41,03 Ac	43,33 Aa		42,18
Folha Top® Aminoagro	45,06 Ab	42,29 Aa		43,67
Amino Plus®	42,20 Ac	41,99 Aa		42,09
Fosfito de Potássio	42,97 Ac	43,35 Aa		43,16
Liqui-Plex® Bonder	40,29 Ac	38,40 Ab		39,34
Liqui-Plex® CaMg+B	42,63 Ac	44,84 Aa		43,74
Liqui-Plex® Fast	51,57 Aa	43,65 Ba		47,61
Fungicida	45,97 Ab	45,12 Aa		45,55
Anos de cultivo	Períodos de avaliação			
	30	45	60	75
2020	36,29 Bb	44,88 Aa	45,63 Aa	46,31 Aa
2021	39,14 Ba	42,60 Aa	43,59 Aa	44,35 Aa
CV (%)	11,92			
Tratamentos	Largura de planta (cm)			Média
	2020	2021		
Testemunha	41,55	41,87		41,71 a
AgroMos®	39,38	37,52		38,45 c
Agrosilício Plus®	40,58	40,58		40,58 b
Folha Top® Aminoagro	44,98	40,96		42,97 a
Amino Plus®	40,77	41,01		40,89 b
Fosfito de Potássio	40,96	40,02		40,49 b
Liqui-Plex® Bonder	39,91	36,19		38,05 c
Liqui-Plex® CaMg+B	46,27	42,31		44,29 a
Liqui-Plex® Fast	45,33	41,57		43,45 a
Fungicida	44,00	42,66		43,33 a
Anos de cultivo	Períodos de avaliação			
	30	45	60	75
2020	37,64 Ca	42,16 Ba	43,98 Aa	45,71 Aa
2021	37,91 Ca	39,28 Cb	40,88 Bb	43,80 Ab
CV (%)	9,38			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (ADE); AgroMos® (3 mL L⁻¹); Agrosilício Plus® (3 g L⁻¹); Folha Top® Aminoagro (1,5 mL L⁻¹); Amino Plus® (1,5 mL L⁻¹); Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Bonder (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® CaMg+B (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Fast (1,5 mL L⁻¹) e Fungicida Authority® (Azoxistrobina + Flutriafol, 1,3 mL/L).

Quanto a largura de planta, verificou-se interação ($p < 0,05$) entre os anos de cultivo e períodos de avaliação, e efeito isolado para tratamentos ($p < 0,01$). Folha Top® Aminoagro,

Liqui-Plex[®] CaMg+B e Liqui-Plex[®] Fast proporcionaram os maiores valores, no entanto não diferindo do fungicida e da testemunha, com aumento mais acentuado a partir do segundo período de avaliação (Tabela 1), favorecido principalmente pelo período chuvoso (Figuras 1A e 1B).

No algodoeiro a pulverização foliar à base de aminoácidos tem ação direta na absorção e assimilação de nitrogênio através de enzimas e de seus genes estruturais, atuando na via de sinalização e absorção pelas raízes (AKSONA; UNAY, 2019), que por sua vez confere maior resistência às condições adversas de estresse bióticos e abióticos, melhorando substancialmente o crescimento e desenvolvimento das plantas (ZHAO et al., 2021). Os resultados obtidos diferem de Aksona e Unay (2019) pois os efeitos da aplicação foliar de Atonik e aminoácidos em plantas de algodoeiro cv. Gloria (*Gossypium hirsutum* L.) não foram significativos para altura de planta.

Para o diâmetro de caule, houve interação ($p < 0,01$) entre tratamentos e anos de cultivo, porém observou-se efeito principal para períodos de avaliação ($p < 0,01$). Os melhores resultados foram constatados com Liqui-Plex[®] Fast em 2020 e Liqui-Plex[®] CaMg+B no segundo ano, em relação aos demais tratamentos, com aumento gradativo ao longo do período de avaliação (Tabela 2).

Esses resultados corroboram com Sallume et al. (2020) que constataram aumento na altura e diâmetro caulinar em plantas de berinjela (*Solanum melongena*) tratadas via foliar com 200 mg/L de amino decanato[®], sob condição de estresse hídrico.

Tabela 2. Diâmetro de caule em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) sob aplicação de elicitores de resistência, em função dos anos de cultivo e períodos de avaliação Areia – PB.

Tratamentos	Diâmetro de caule (mm)		Média	
	2020	2021		
Testemunha	7,75 Ac	6,81 Bc	7,28	
AgroMos®	7,68 Ac	6,46 Bd	7,07	
Agrosilício Plus®	7,81 Ac	7,18 Bb	7,49	
Folha Top® Aminoagro	8,24 Ab	6,84 Bc	7,54	
Amino Plus®	7,92 Ac	7,20 Bb	7,56	
Fosfito de Potássio	7,86 Ac	6,98 Bb	7,42	
Liqui-Plex® Bonder	7,49 Ac	6,31 Bd	6,90	
Liqui-Plex® CaMg+B	8,14 Ac	7,82 Ba	7,98	
Liqui-Plex® Fast	8,95 Aa	7,22 Bb	8,08	
Fungicida	8,50 Ab	7,27 Bb	7,89	
Anos de cultivo	Períodos de avaliação			
	30	45	60	75
2020	7,30	7,98	8,24	8,61
2021	6,29	6,91	7,29	7,55
Média	6,79 D	7,45 C	7,76 B	8,08 A
CV (%)	8,97			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (ADE); AgroMos[®] (3 mL L⁻¹); Agrosilício Plus[®] (3 g L⁻¹); Folha Top[®] Aminoagro (1,5 mL L⁻¹); Amino Plus[®] (1,5 mL L⁻¹); Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹); Liqui-Plex[®] Bonder (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex[®] CaMg+B (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex[®] Fast (1,5 mL L⁻¹) e Fungicida Authority[®] (Azoxistrobina + Flutriafol, 1,3 mL/L).

Em relação ao número de capulhos (Tabela 3) não houve efeito significativo da interação, mas, sim, efeito isolado para os fatores estudados. A média geral apresentou-se maior em 2020 em comparação com o segundo ano de cultivo. Agrosilício Plus[®], Folha Top[®] Aminoagro, Liqui-Plex[®] CaMg+B, Liqui-Plex[®] Fast, proporcionaram os melhores resultados, quando comparados aos demais tratamentos, não diferindo do fungicida.

Quanto a produtividade (Tabela 3), observou-se efeito significativo ($p < 0,01$) na interação tratamentos *versus* anos de cultivo. As maiores médias foram observadas em 2020, com uma diferença de 191 Kg ha⁻¹ em comparação com o segundo ano. Apenas no primeiro ano de cultivo foi constatado efeito significativo dos tratamentos, com destaque para Folha Top[®] Aminoagro, Liqui-Plex[®] CaMg+B, Liqui-Plex[®] Fast e fungicida. As condições climáticas observadas no segundo ano de cultivo, se mostraram favoráveis para o progresso da ramulose, que normalmente está relacionada a temperaturas elevadas (25,2 a 30,3 °C) associada com longos períodos de molhamento de foliar (4,2 a 138 mm) (Figuras 1B). Em trabalho realizado por Araújo et al. (2012), sobre o progresso da ramulose em plantas de algodoeiro, foi constatado que temperaturas entre 19,2 e 32,6 °C associado com a precipitação média de 235 mm, foram condições determinantes para a severidade da doença, corroborando com os resultados dessa pesquisa.

Tabela 3. Número de capulhos e produtividade, em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) sob aplicação de elicitores de resistência, em dois anos de cultivo. Areia – PB.

Tratamentos	Número de capulhos		Média	Produtividade (Kg ha ⁻¹)		Média
	2020	2021		2020	2021	
Testemunha	4,50	4,10	4,30 b	438,3 Ab	357,2 Ba	397,8
AgroMos [®]	5,65	3,95	4,80 b	551,7 Ab	303,3 Ba	427,5
Agrosilício Plus [®]	5,75	4,70	5,23 a	480,6 Ab	377,8 Ba	429,2
Folha Top [®] Aminoagro	6,50	4,30	5,40 a	612,8 Aa	327,2 Ba	470,0
Amino Plus [®]	5,20	4,55	4,88 b	453,3 Ab	365,0 Ba	409,2
Fosfito de Potássio	5,15	4,50	4,83 b	505,0 Ab	342,8 Ba	423,9
Liqui-Plex [®] Bonder	4,85	4,10	4,48 b	538,9 Ab	361,1 Ba	450,0
Liqui-Plex [®] CaMg+B	7,05	4,85	5,95 a	573,9 Aa	403,3 Ba	488,6
Liqui-Plex [®] Fast	6,85	4,65	5,75 a	664,4 Aa	330,6 Ba	497,5
Fungicida	6,65	4,80	5,73 a	644,4 Aa	385,0 Ba	514,7
Média	5,82 A	4,45 B		546,3	355,3	
CV (%)	21,70			15,83		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (ADE); AgroMos[®] (3 mL L⁻¹); Agrosilício Plus[®] (3 g L⁻¹); Folha Top[®] Aminoagro (1,5 mL L⁻¹); Amino Plus[®] (1,5 mL L⁻¹); Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹); Liqui-Plex[®] Bonder (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex[®] CaMg+B (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex[®] Fast (1,5 mL L⁻¹) e Fungicida Authority[®] (Azoxistrobina + Flutriafol, 1,3 mL/L).

Os resultados obtidos com os elicitores de resistência se demonstraram promissores devido suas vantagens em aumentar a sanidade das plantas, além de estimular processos fisiológicos e bioquímicos, relacionados com o crescimento, produtividade e sistema antioxidante enzimático (MATTHEWS et al., 2022), corroborando com os resultados citados acima.

Quanto as trocas gasosas (Tabela 4) não foi constatada interação significativa entre os fatores estudados, mas, sim, efeito isolado para anos de cultivo. A ausência da ramulose no primeiro ano proporcionou valores mais expressivos de trocas gasosas (*A*, *E*, *TF*, *EiUA* e *EiC*), com exceção do *Ci* com maior resposta no segundo ano.

A ocorrência da ramulose no segundo ano de cultivo pode ter comprometido a integridade dos cloroplastos, contribuindo para uma menor taxa fotossintética. Além disso, a interação do patógeno com o cloroplasto pode ter aumentado a produção de Espécies Reativas de Oxigênio (EROs) causando morte celular e posteriormente senescência foliar (PARKASH et al., 2021). Com o progresso da doença, a taxa de transpiração, segundo Taiz et al., (2017) pode ser reduzida como mecanismo de proteção, a fim de escapar dessa condição de estresse, evitando a perda de água através dos estômatos.

A temperatura foliar não foi elevada com a intensidade da doença, provavelmente relacionado com melhor aporte de água no solo no segundo ano de cultivo. De acordo com Oliveira et al. (2020) a baixa umidade no solo ocasiona reduções na taxa de transpiração foliar, reduzindo a dissipação de calor latente, resultando no aumento da temperatura foliar.

Tabela 4. Taxa fotossintética (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração de CO_2 nos espaços intercelulares (C_i - $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E - $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), temperatura foliar (TF - $^{\circ}\text{C}$), eficiência instantânea de uso da água (EUA - $\text{mmol CO}_2 \text{mol}^{-1} \text{H}_2\text{O}$), eficiência intrínseca de uso da água ($EiUA$ - $\text{mmol m}^2 \text{s}^{-1} \text{H}_2\text{O}$) e eficiência instantânea de carboxilação (EiC - $[(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}]$), em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) sob aplicação de elicitores de resistência, em dois anos de cultivo.

Tratamentos	A	C_i	E	g_s
Testemunha	11,96 a	212,06 a	2,50 a	0,13 a
AgroMos [®]	15,50 a	216,44 a	3,32 a	0,20 a
Agrosilício Plus [®]	14,20 a	229,00 a	3,23 a	0,19 a
Folha Top [®] Aminoagro	14,68 a	217,38 a	3,25 a	0,18 a
Amino Plus [®]	14,73 a	214,94 a	3,23 a	0,18 a
Fosfito de Potássio	12,39 a	221,63 a	2,77 a	0,15 a
Liqui-Plex [®] Bonder	13,57 a	229,81 a	3,21 a	0,18 a
Liqui-Plex [®] CaMg+B	13,18 a	242,13 a	3,25 a	0,19 a
Liqui-Plex [®] Fast	13,31 a	238,38 a	3,14 a	0,18 a
Fungicida	12,09 a	243,06 a	3,11 a	0,16 a
Anos de cultivo				
2020	15,33 a	215,50 b	3,58 a	0,19 a
2021	11,79 b	237,46 a	2,62 b	0,16 a
CV (%)	36,56	15,58	23,86	35,20
	TF	EUA	$EiUA$	EiC
Testemunha	33,13 a	4,64 a	92,54 a	0,061 a
AgroMos [®]	33,11 a	4,64 a	81,55 a	0,079 a
Agrosilício Plus [®]	33,16 a	4,30 a	75,13 a	0,068 a
Folha Top [®] Aminoagro	33,44 a	4,70 a	80,85 a	0,071 a
Amino Plus [®]	33,24 a	4,56 a	83,13 a	0,074 a
Fosfito de Potássio	33,14 a	4,34 a	84,17 a	0,063 a
Liqui-Plex [®] Bonder	33,49 a	4,07 a	77,40 a	0,064 a
Liqui-Plex [®] CaMg+B	33,28 a	4,02 a	68,82 a	0,060 a
Liqui-Plex [®] Fast	32,98 a	4,18 a	71,33 a	0,062 a
Fungicida	33,26 a	3,72 a	71,93 a	0,055 a
Anos de cultivo				
2020	34,32 a	4,13 a	82,90 a	0,077 a
2021	32,13 b	4,51 a	74,47 b	0,054 b
CV (%)	1,85	23,26	19,68	43,27

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (ADE); AgroMos[®] (3 mL L⁻¹); Agrosilício Plus[®] (3 g L⁻¹); Folha Top[®] Aminoagro (1,5 mL L⁻¹); Amino Plus[®] (1,5 mL L⁻¹); Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹); Liqui-Plex[®] Bonder (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex[®] CaMg+B (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex[®] Fast (1,5 mL L⁻¹) e Fungicida Authority[®] (Azoxistrobina + Flutriafol, 1,3 mL/L).

A eficiência instantânea de carboxilação (EiC) depende da disponibilidade de CO_2 no mesofilo foliar, temperatura, quantidade de luz e atividade enzimática para viabilizar a fotossíntese, dessa forma, a baixa condutância estomática influenciou as concentrações de CO_2 intercelular, que se tornaram mais baixa. No entanto, em condições de estresse pode levar ao fechamento estomático e consequentemente reduzir a eficiência intrínseca de uso da água ($EiUA$) (Taiz et al., 2017).

Para os índices de clorofila (Tabela 5) não foi constatada interação significativa entre os fatores estudados. Entretanto, ao verificar o efeito isolado dos fatores, observou-se que apenas

os anos de cultivos foram influenciadas de forma significativa sobre os parâmetros avaliados. Os índices de clorofila a (ICF *a*), clorofila b (ICF *b*), clorofila total (ICF *T*) e clorofila a/b (ICF *a/b*) foram mais afetados no segundo ano de cultivo (2021).

Possivelmente, a diminuição do teor de clorofila esteja relacionada com a severidade da ramulose (Tabela 5). A degradação dos pigmentos fotossintéticos e a instabilidade do complexo proteico, além da interferência na síntese proteica e na estrutura dos constituintes da clorofila são responsáveis por essa redução (WASSIE et al., 2019).

Tabela 5. Clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila *total* e relação clorofila *a/b*, em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) sob aplicação de elicitores de resistência, em dois anos de cultivo.

Tratamentos	ICF <i>a</i>	ICF <i>b</i>	ICF <i>total</i>	ICF <i>a/b</i>
Testemunha	42,09 a	19,94 a	62,03 a	2,13 a
AgroMos®	42,35 a	20,10 a	62,45 a	2,13 a
Agrosilício Plus®	42,26 a	19,11 a	61,37 a	2,22 a
Folha Top® Aminoagro	41,36 a	19,18 a	60,54 a	2,20 a
Amino Plus®	42,30 a	18,94 a	61,24 a	2,26 a
Fosfito de Potássio	42,08 a	19,37 a	61,45 a	2,19 a
Liqui-Plex® Bonder	41,48 a	18,87 a	60,34 a	2,20 a
Liqui-Plex® CaMg+B	41,97 a	19,41 a	61,38 a	2,17 a
Liqui-Plex® Fast	42,22 a	19,36 a	61,58 a	2,18 a
Fungicida	42,31 a	20,50 a	62,81 a	2,06 a
Anos de cultivo				
2020	49,94 a	20,92 a	70,87 a	2,42 a
2021	34,14 b	18,03 b	52,17 b	1,93 b
CV (%)	4,79	11,63	6,37	8,82

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (ADE); AgroMos® (3 mL L⁻¹); Agrosilício Plus® (3 g L⁻¹); Folha Top® Aminoagro (1,5 mL L⁻¹); Amino Plus® (1,5 mL L⁻¹); Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Bonder (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® CaMg+B (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Fast (1,5 mL L⁻¹) e Fungicida Authority® (Azoxistrobina + Flutriafol, 1,3 mL/L).

Na atividade da Peroxidase (POX) verificou-se que AgroMos®, Agrosilício Plus® e o Folha Top® diferiram dos demais tratamentos, apresentando um pico de atividade com valores de 2286,9, 1259,7 e 1463,5 UA min⁻¹ mg⁻¹ de proteína, estes não diferindo do fungicida (1958,6 UA min⁻¹ mg⁻¹ de proteína) (Tabela 6). A maior atividade dessa enzima está relacionada a lignificação da parede celular, através da deposição de lignina, formação de suberinas, polissacarídeos ferulicolados e glicoproteínas ricas em hidroxiprolina, proporcionando maior proteção da planta ao ataque do patógeno (THAOCHAN et al., 2020).

Para a atividade das enzimas Polifenoloxidase (PPO) e Fenilalanina amônia-liase (FAL), observou-se que AgroMos®, Agrosilício Plus®, Folha Top® e Fosfito de Potássio apresentaram os melhores resultados, não diferindo do fungicida (Tabela 6). Martins et al., (2021) também obtiveram resultados semelhantes em plantas de milho (*Zea mays*) oriundas de

sementes inoculadas com *Fusarium* spp. e tratadas com AgroMos® onde as enzimas peroxidase (POD) e a fenilalanina amônia-liase (FAL) apresentaram maior atividade.

A ativação dessas enzimas é geralmente constatada no contato da planta com o patógeno, entretanto, elas também são constantemente estimuladas com a utilização de indutores através do mecanismo de resistência induzida (CHOUDHARY et al., 2016). Possivelmente essa foi a causa da ativação das enzimas no presente trabalho.

Tabela 6. Atividade enzimática de Peroxidase, Polifenoloxidase e Fenilalanina amônia-liase (UA.min⁻¹.mg⁻¹ de proteína) em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) sob aplicação de elicitores de resistência, em dois anos de cultivo.

Tratamentos	Peroxidase	Polifenoloxidase	Fenilalanina amônia-liase
	-----UA min ⁻¹ mg ⁻¹ proteína-----		
Testemunha	829,6 b	26,5 b	9,0 b
AgroMos®	2286,9 a	96,0 a	26,6 a
Agrosilício Plus®	1259,7 a	44,2 a	13,1 a
Folha Top® Aminoagro	1463,5 a	47,6 a	14,1 a
Amino Plus®	605,3 b	22,5 b	6,4 b
Fosfito de Potássio	873,1 b	46,3 a	15,1 a
Liqui-Plex® Bonder	563,8 b	23,3 b	8,0 b
Liqui-Plex® CaMg+B	384,7 b	18,7 b	6,2 b
Liqui-Plex® Fast	449,7 b	19,2 b	5,4 b
Fungicida	1958,6 a	77,6 a	21,5 a
Anos de cultivo			
2020	1106 a	45,5 a	14,3 a
2021	1029 a	38,9 a	10,8 b
CV (%)	14,82	30,25	38,87

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (ADE); AgroMos® (3 mL L⁻¹); Agrosilício Plus® (3 g L⁻¹); Folha Top® Aminoagro (1,5 mL L⁻¹); Amino Plus® (1,5 mL L⁻¹); Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Bonder (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® CaMg+B (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Fast (1,5 mL L⁻¹) e Fungicida Authority® (Azoxistrobina + Flutriafol, 1,3 mL/L).

4. CONCLUSÃO

O Liqui-Plex® Fast proporcionou plantas mais vigorosas e maior produtividade no primeiro ano de cultivo.

O AgroMos® apresentou alto potencial no controle da ramulose em plantas de algodoeiro da cultivar BRS Aroeira.

Os tratamentos à base de silício, fosfito de potássio e aminoácidos em plantas de algodoeiro não influenciaram nas trocas gasosas e nos teores de clorofila.

Os tratamentos AgroMos®, Agrosilício Plus®, Folha Top® e Fosfito de Potássio induzem a produção das enzimas peroxidase (POX), polifenoloxidase (PPO) e fenilalanina amônia-liase (FAL).

5. REFERÊNCIAS

- AKSONA, G.; AYDIN, A. The Effects of foliar applied atonik and amino acid on yield and fiber quality in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, v. 16, n. 1, p. 81-84, 2019.
- ALMEIDA, E. S. A. B.; PEREIRA, J. R.; AZEVEDO, C. A. V.; ARAÚJO, W. P.; ZONTA, J. H.; CORDÃO, M. A. Algodoeiro herbáceo submetido a déficit hídrico: produção. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.13, n.1, p.22-28, 2017.
- AQUINO, L. A.; BERGER, P. G.; RODRIGUES, F. A.; ZAMBOLIM, L.; HERNANDEZ, J. F. R.; MIRANDA, L. M. Elaboração e validação de escala diagramática para quantificação da mancha de ramulária do algodoeiro. **Summa Phytopathologica**, v.34, n.4, p. 361-363. 2008.
- ARAÚJO, D. V.; ZAMBENEDETTI, G. B.; DALLACORT, R., AZEVEDO, V. H.; MAINARDI, J. T. Progresso da ramulose em campo a partir de sementes de algodoeiro inoculadas com *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*. **Tropical Plant Pathology**, v. 37, n. 3, p. 204-209, 2012.
- BECKER, P.; ESKER, P.; UMAÑA, G. Incorporation of microorganisms to reduce chemical fungicide usage in black sigatoka control programs in Costa Rica by use of biological fungicides. **Crop Protection**, v. 146, p. 1-10, 2021.
- BOX, G. E.; COX, D. R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)**, v. 26, n. 2, p. 211-243, 1964.
- BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**. 72: 248 - 254. 1976.
- CARMONA, M. A.; SAUTUA, F. J. ¿ Cuándo es realmente necesario aplicar fungicidas en maíz?. **Agronomía & Ambiente**, v. 41, n. 2, p. 149-161, 2021.
- CHOUDHARY, D. K.; VARMA, A.; TUTEJA, N. (Eds.). **Plant-microbe interaction: an approach to sustainable agriculture**. Springer Singapore. 2016.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **A Cultura do Algodão: análise dos custos de produção e da rentabilidade nos anos-safra a 2020/21**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 07 de maio de 2022.
- COSTA, J. C. B.; RESENDE, M. L. V.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; CAMILO, F. R.; MONTEIRO, A. C. A.; PEREIRA, R. B. Indução de resistência em mudas de cacaueteiro contra *Moniliophthora perniciosa* por produto à base de mananoligossacarídeo fosforilado. **Tropical Plant Pathology**, v. 35, n. 5, p. 285-294, 2010.
- DEMARTELAERE, A. C. F.; PRESTON, H. A. F.; PRESTON, W.; MATA, T. C., COSTA, W. P. L. B.; MEDEIROS, D. C.; NICOLINI, C.; SOUZA, J. B.; SILVA, T. P. P.; PAIVA, L. L.; MEDEIROS, P. L.; MONTE, F. D. M.; CAMPOS, F. M. A.; SILVA, C. A. O.; SILVA, E. S.; CANDIDO, D. Controle biológico da murcha de *fusarium* no feijão caupi. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 4798-4818, 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. Rio de Janeiro, 2018. 412p.

FERRAZ, R. L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; MELO, A. S.; MAGALHÃES, I. D.; FERNANDES, P. D.; ROCHA, M. S. Trocas gasosas e eficiência fotoquímica de cultivares de algodoeiro sob aplicação foliar de silício. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 2, pág. 735-748, 2014.

GABRIEL, D.; TROMBETTA, G.; HENRIQUE, G.; PERECIN JÚNIOR, H.; MUNIZ, R.; SOUZA, L. C. D. Deslntamento de sementes de algodão. **Revista Conexão Eletrônica**, v.12, n.1, p.105-113, 2015.

HORST, M. V.; LEITE, C. D.; GARCIA, C.; MAIA, A. J.; FARIA, C. M. D. R.; BOTELHO, R. V. Subproduto da vitivinicultura no controle do míldio e indução de enzimas de defesa em videira. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. 1-12, 2021.

IPA. Instituto Agronômico de Pernambuco. Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária. **Recomendações de Adubação para o Estado de Pernambuco (2ª aproximação)**. 2. ed. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 2008. 198 p.

KIDO, N.; YOKOYAMA, R.; YAMAMOTO, T. FURUKAWA, J.; IWAI, H.; SATOH, S.; NISHITANI, K. The matrix polysaccharide (1;3,1;4) -beta-D-glucan is involved in silicon dependent strengthening of rice cell wall. **Plant and Cell Physiology**, v. 56, n. 2, p. 268-276, 2015.

LAMICHHANE, J. R.; OSDAGHI, E.; BEHLAU, F.; KÖHL, J.; JONES, J. B.; AUBERTOT, J. N. Thirteen decades of antimicrobial copper compounds applied in agriculture. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 38, n. 3, p. 1-18, 2018.

MARTINS, J. V. S.; SILVA, H. F.; SOUSA, V. F. O.; SILVA, T. I.; DIAS, T. J.; RIBEIRO, W. S.; NASCIMENTO, L. C. Elicitors increase gas exchanges and induce the *Zea mays* antioxidant system. **Emirates Journal of Food & Agriculture** v. 33, n. 11, p. 958-964, 2021.

MARUR, C. J.; RUANO, O. A reference system for determination of cotton plant development. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.5, n.2, p.243-7, 2001.

MATTHEWS, S.; ALI, A.; SIDDIQUI, Y.; SUPRAMANIAM, C. V. Plant Bio-stimulant: Prospective, Safe and Natural Resources. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, p. 1-17, 2022.

MCKINNEY H. H. Influence of soil, temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helmintho sporium sa-tivum*. **Journal of Agricultural Research**, v.26, n. 5, p.195-217, 1923.

MELO, P. C. D.; COLLELA, C. F.; SOUSA, T.; PACHECO, D.; COTAS, J.; GONÇALVES, A. M. M.; BAHCEVANDZIEV, K.; PEREIRA, L. Seaweed-Based Products and Mushroom β -Glucan as Tomato Plant Immunological Inducers. **Vaccines**, v. 8, n. 524, p. 1-13, 2020.

MONTALVÃO, S. C. L.; CASTRO, M. T.; BLUM, L. E. B.; MONNERAT, R. G. Biocontrol of *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* with *Bacillus* spp. strains. **Journal of Agricultural Science**, v. 13, n. 9, p. 1-17, 2021.

MORENO-MORAN, M.; BURBANO-FIGUEROA, O. First report of *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* causing cotton ramulosis in Colombia. **The American Phytopathological Society**, v.100, p.653, 2016.

NIAZIAN, M.; HOWYZEH, M. S.; SADAT-NOORI, S. A. Integrative effects of stress-and stress tolerance-inducing elicitors on *in vitro* bioactive compounds of ajowan [*Trachyspermum ammi* (L.) Sprague] medicinal plant. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 146, n. 3, p. 589-604, 2021.

OLIVEIRA, A. C.; ARAÚJO, A. F. B.; LACERDA, C. F.; CANJÁ, J. F.; PINHO, L. L.; SOUSA, N. I. G. Influência da irrigação suplementar com águas residuárias sobre as trocas gasosas foliares do algodoeiro. **Irriga**, v. 25, n. 4, p. 677-682, 2020.

PARKASH, V.; SHARMA, D. B.; SNIDER, J.; BAG, S.; ROBERTS, P.; TABASSUM, A.; WEST, D.; KHANAL, S.; SUASSUNA, N.; CHEE, P. Effect of cotton leafroll dwarf virus on physiological processes and yield of individual cotton plants. **Frontiers in Plant Science**, v. 12, p. 1-13, 2021.

PUIA, J. D.; MARTINS, B. R.; HOSHINO, A. T.; BORSATO, L. C.; FERREIRA, M. G. D. B.; CARVALHO, M. A. DE; MACHADO, J. A.; MEHTA, Y. R.; VIGO, S. C. *Colletotrichum gossypii* f. sp. *cephalosporioides*: Differential behavior of cotton strains. **Brazilian Journal of Animal and environmental Research**, v. 3, n. 2, p.738-746, 2020.

R Core Team (2020). R: *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

SALLUME, M. O.; ABOOD, M. A.; HAMDI, G. J.; SARHEED, B. R. Influence of foliar fertilization of amino decanate[®] on growth and yield of eggplant (*Solanum melongena*) under water stress condition. **Research on Crops**, v. 21, n. 3, 2020.

SHANER, G.; FINNEY, R.E. The effects of nitrogen fertilization on the expression of slow mild wing in knox wheat. **Phytopathology**. St. Paul. v.67. p.1051-1055. 1977.

SIEROTZKI, H. Respiration Inhibitors: Complex III. In: ISHII, H.; HOLLOMON, D. W. **Fungicide Resistance in Plant Pathogens**. Springer, Tokio, 2015. p. 119-143.

SILVA, H. F.; PINTO, K. M. S.; NASCIMENTO, L. C.; SILVA, E. C.; SOUZA, W. C. O. Avaliação do uso de elicitores de resistência bióticos e abióticos contra a antracnose na videira (*Vitis labrusca* L.). **Summa Phytopathologica**, v. 45, p. 70-75, 2019.

SILVA, R. S.; FOGAÇA, J. J. N. L.; MOREIRA, E. S.; PRADO, T. R.; VASCONCELOS, R. C. Morfologia e produção de feijão comum em função da aplicação de bioestimulantes. **Revista Scientia Plena**, v.12, n.10, p. 1-7, 2016.

SILVA, T. S.; FONSECA, L. F.; YAMADA, J. K.; CARVALHO PONTES, N. Flutriafol and azoxystrobin: An efficient combination to control fungal leaf diseases in corn crops. **Crop Protection**, v. 140, p. 1-8, 2021.

SILVA, W. L.; CRUZ, M. F. A.; FORTUNATO, A. A.; RODRIGUES, F. A. Histochemical aspects of wheat resistance to leaf blast mediated by silicon. **Scientia Agrícola**, v. 72, n. 4, p. 322-327, 2015.

SOARES, P. L. M; NASCIMENTO, D. D; VIDAL, R. L.; VIZENTINI, L. R. Controle biológico de nematoides. In: BALDIN, E. L. L; KRONKA, A. Z.; SILVA, I. F. (eds). **Inovações em manejo fitossanitário**. Botucatu: EPAF, cap.11, p.167-232, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; Murphy, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

THAOCHAN, N.; PORNSURIYA, C.; CHAIRIN, T.; SUNPAPAO, A. Roles of systemic fungicide in antifungal activity and induced defense responses in rubber tree (*Hevea brasiliensis*) against leaf fall disease caused by *Neopestalotiopsis cubana*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 111, p. 1-9, 2020.

WASSIE, M.; ZHANG, W.; ZHANG, Q.; JI, K.; CHEN, L. Effect of heat stress on growth and physiological traits of alfalfa (*Medicago sativa* L.) and a comprehensive evaluation for heat tolerance. **Agronomy**, v. 9, n. 10, p. 1-20, 2019.

YÁÑEZ-JUÁREZ, M. G., LÓPEZ-ORONA, C. A., AYALA-TAFOYA, F., PARTIDA-RUVALCABA, L., VELÁZQUEZ-ALCARAZ, T. D. J.; MEDINA-LÓPEZ, R. Los fosfitos como alternativa para el manejo de problemas fitopatológicos. **Revista Mexicana de Fitopatología**, v. 36, n. 1, pág. 79-94, 2018.

ZHAO, P.; GU, S.; HAN, C.; LU, Y.; MA, C.; TIAN, J.; BI, J.; DENG, Z.; WANG, Q.; XU, Q. Targeted and Untargeted Metabolomics Profiling of Wheat Reveals Amino Acids Increase Resistance to *Fusarium* Head Blight. **Frontiers in plant science**, v. 12, p. 1-11, 2021.

Capítulo IV

CONTROLE DE *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* COM ELICITORES DE RESISTÊNCIA EM ALGODOEIRO

SILVA, H. F. **Controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* com elicitores de resistência em algodoeiro.** (Doutorado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB. 2022.

RESUMO

A cotonicultura se destaca como uma atividade agrícola de grande valor para o agronegócio brasileiro, porém, a ocorrência de fitopatógenos pode causar a diminuição no desempenho produtivo das plantas. A utilização de compostos elicitores que tem a capacidade de promover a ativação de mecanismos de defesa na planta contra patógenos tem sido uma alternativa viável no manejo de doenças. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial dos elicitores através da eficiência no controle *in vitro* e em reduzir a infecção por *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (Fov) em cultivares de algodoeiro. O experimento foi realizado no Laboratório de Fitopatologia e em casa de vegetação, pertencentes a Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB. O isolado de Fov utilizado foi obtido da Coleção de Culturas de Microrganismos Fitopatogênicos da EMBRAPA Algodão (Campina Grande – PB). Os tratamentos foram AgroMos® (3 mL L⁻¹), Agrosilício (3 g L⁻¹), Top Folha® Aminoagro (1,5 mL L⁻¹), Amino Plus® (1,5 mL L⁻¹), Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹), Lique Plex® Bonder (1,5 mL L⁻¹), Lique Plex® CaMg+B (1,5 mL L⁻¹), Lique Plex® Fast (1,5 mL L⁻¹), fungicida Azoxistrobina (400 mL/ha) e a testemunha (água destilada esterilizada). No teste *in vitro* foi avaliado o crescimento micelial e a esporulação. Para o teste *in vivo* foram utilizadas as cultivares BRS Rubi, BRS Aroeira, BRS Verde e a BRS 368 RF, sendo as sementes tratadas e inoculadas com o patógeno. As variáveis analisadas foram altura de planta, diâmetro de caule, volume e massa seca de raiz, a fluorescência inicial (F0), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv=Fm-F0), a razão Fv/F0 e rendimento quântico do fotossistema II (Fv/Fm), a clorofila a, b e total e a avaliação da Taxa de Infecção. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 10 × 4, com cinco repetições. A interação do Fov com elicitores não comprometeu a altura, diâmetro caulinar e teores de clorofila em plantas de algodoeiro. Os elicitores não propiciaram a cultivar BRS Rubi incremento no sistema radicular. A eficiência fotoquímica é potencializada pelo Amino Plus®, Folha Top® Aminoagro e Liqui-Plex® Fast. Fosfito de potássio é o mais eficaz dentre os elicitores para inibir o crescimento micelial de *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*, enquanto que a maior inibição da esporulação foi obtida quando se utilizou Fosfito de Potássio e AgroMos®. A aplicação dos elicitores, via tratamento de sementes, apresenta potencial para reduzir a taxa de infecção em plantas de algodoeiro.

Palavras chave: *Fusarium*; *Gossypium hirsutum* L; crescimento micelial; fluorescência inicial.

SILVA, H. F. **Control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* with resistance elicitors in cotton.** (Doutorado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB. 2022.

ABSTRACT

Cotton farming stands out as an agricultural activity of great value to Brazilian agribusiness, but the occurrence of phytopathogens can cause the decrease in the productive performance of plants. The use of elicitor compounds that have the ability to promote the activation of defense mechanisms in the plant against pathogens has been a viable alternative in the management of diseases. The objective of this work was to evaluate the potential of elicitors through their efficiency in reducing *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (*Fov*) in cotton cultivars and *in vitro* control. The experiment was carried out in the Phytopathology Laboratory and in a greenhouse. The *Fov* isolate used was obtained from the Culture Collection of Phytopathogenic Microorganisms at EMBRAPA Algodão (Campina Grande – PB). The treatments used were: AgroMos® (3 mL L⁻¹), Agrosilicon (3 g L⁻¹), Top Folha® Aminoagro (1.5 mL L⁻¹), Amino Plus® (1.5 mL L⁻¹), Potassium Phosphite (3 mL L⁻¹), Lique Plex® Bonder (1.5 mL L⁻¹), Lique Plex® CaMg+B (1.5 mL L⁻¹), Lique Plex® Fast (1.5 mL L⁻¹), Azoxystrobin fungicide (400 mL/ha) and control (ADE). In the *in vitro* test, mycelial growth and sporulation were evaluated. For the *in vivo* test, the cultivars BRS Rubi, BRS Aroeira, BRS Verde and BRS 368 RF were used, and the seeds were treated and inoculated with the pathogen. The variables analyzed were plant height, stem diameter, root volume and dry mass, initial fluorescence (F₀), maximum fluorescence (F_m), variable fluorescence (F_v=F_m-F₀), F_v/F₀ reason and quantum yield of photosystem II (F_v/F_m), the chlorophyll a, b and total and the evaluation of the Infection Rate. The experimental design used was completely randomized in a 10 × 4 factorial scheme, with five replications. The interaction of *Fov* with elicitors did not affect height, stem diameter and chlorophyll contents in cotton plants. The elicitors did not provide the BRS Rubi cultivar with an increase in the root system. Photochemical efficiency is potentiated by Amino Plus®, Folha Top® Aminoagro and Liqui-Plex® Fast. Potassium phosphite is the most effective of the elicitors to inhibit the mycelial growth of *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*, while the greatest inhibition of sporulation was obtained when using Potassium Phosphite and AgroMos®. The application of elicitors, via seed treatment, has the potential to reduce the infection rate in cotton plants.

Keywords: *Fusarium*; *Gossypium hirsutum* L; mycelial growth; colored fiber.

1. INTRODUÇÃO

O algodoeiro é uma planta que pertence à família Malvaceae e a espécie mais cultivada é a *Gossypium hirsutum* L., sendo cultivada a nível mundial e responsável pela grande parte da produção de fibras, provavelmente em razão da sua adaptação às condições climáticas tropicais (MARQUES FILHO et al., 2020). A cultura apresenta uma média de 35 milhões de hectares plantados mundialmente, em que sua demanda vem aumentando gradativamente desde a década de 1950, com um crescimento médio de 2% anual. O comércio do algodão movimenta, no mundo, cerca de US\$12 bilhões ao ano, gerando empregos para mais de 350 milhões de pessoas em sua produção, desde o campo até a indústria têxtil (ABRAPA, 2022).

A cotonicultura na região Nordeste tem se destacado como uma das atividades agrícolas de grande valor para o agronegócio no país, além disto, uma importante alternativa para os produtores de algodoeiro nessa região é o cultivo da fibra colorida. A cultivar colorida permite ao agricultor comercializá-la por preço mais elevado devido à valorização dos subprodutos, dispensando o tingimento artificial. Além disso, quando a produção é de forma orgânica aumenta o valor comercial (NASCIMENTO et al., 2019; ALBUQUERQUE et al., 2020).

Um dos entraves à produção de algodoeiro é a ocorrência de doenças. Quando em condições ideais, os patógenos apresentam um rápido desenvolvimento e disseminação, refletindo na redução do desempenho produtivo das plantas infectadas (RIBEIRO et al., 2017). Dentre as doenças que acometem a cultura do algodoeiro destaca-se a murcha de *Fusarium* causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (Fov) (FARIAS et al., 2019). Este patógeno pode ser facilmente transportado à longas distâncias, principalmente por sementes e quando introduzido em áreas isentas inicia seu ciclo, resultando no desenvolvimento da doença no campo (DAVIS et al., 2006; FARIAS et al., 2019). O Fov pode causar o apodrecimento do sistema radicular, amarelecimento e murcha das folhas e galhos, atrofiamento, mal formação e tombamento das plântulas (ARAÚJO et al., 2016).

Entre as estratégias para o manejo do Fov em algodoeiro, as mais recomendadas são a aplicação de fungicidas sintéticos (LOPES et al., 2017). A utilização indiscriminada de agrotóxicos no controle de doenças de plantas tem auxiliado na seleção de patógenos resistentes a estes compostos, além de ocasionar a poluição do meio ambiente e gerando risco à saúde humana e animal (PEREIRA et al., 2020). Uma alternativa promissora é a utilização de compostos elicitores que tem a capacidade de promover a ativação de mecanismos de defesa nas plantas resultando no controle de patógenos de importância comercial (PITTMER et al., 2019).

Entre os compostos, o Silício (Si) apresenta-se como uma alternativa para a redução de doenças em plantas, atuando como uma barreira física à penetração de patógenos, através da

polimerização da parede celular, ativando enzimas de defesa e na produção de compostos fenólicos (DEBONA et al., 2017; DORNELES et al., 2018).

Outra estratégia tem sido o uso de aminoácidos que são compostos que apresentam uma fácil absorção pela planta, facilitando a entrada de minerais. Os minerais presentes nos aminoácidos, além de promoverem uma maior tolerância ao estresse hídrico e temperaturas elevadas também podem diminuir a predisposição à infecção por patógenos (CASTRO; CARVALHO, 2014).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial dos elicitores de resistência no controle *in vitro* e em reduzir a infecção por *Fov* em cultivares de algodoeiro, bem como as respostas fisiologias da planta.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do experimento

O experimento foi realizado no Laboratório de Fitopatologia (LAFIT) e casa de vegetação, pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia, Paraíba.

2.2 Obtenção do isolado de *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (*Fov*)

O isolado de *Fov* foi obtido da Coleção de Culturas de Microrganismos Fitopatogênicos da EMBRAPA Algodão (Campina Grande – PB), conservado pelo método Castellani com identificação CCMF-CNPA 0007. Para a realização dos experimentos, o patógeno foi ativado a partir da repicagem do mesmo em meio de cultura BDA (Batata- Dextrose-Ágar) à temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 2$ por um período de oito dias.

2.3 Experimento *in vitro*

O teste *in vitro* foi conduzido a partir da distribuição de 20 mL de meio batata-dextrose-ágar (BDA) suplementado com os tratamentos AgroMos[®] (3 mL L⁻¹); Agrosilício Plus[®] (3 g L⁻¹); Folha Top[®] Aminoagro (1,5 mL L⁻¹); Amino Plus[®] (1,5 mL L⁻¹); Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹); Liqui-Plex[®] Bonder (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex[®] CaMg+B (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex[®] Fast (1,5 mL L⁻¹), fungicida Azoxistrobina (400 mL/ha), todas as doses de acordo com a recomendação do fabricante, e a testemunha, composta por água destilada esterilizada (ADE) em placas de Petri (9 cm de diâmetro). Após a solidificação do meio, no centro de cada placa, foi realizada a introdução de um disco (5 mm de diâmetro) da colônia pura de *Fov*. As placas foram mantidas em B.O.D (*Biochemical Oxygen Demand*) à uma temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, sob fotoperíodo de 12 horas. A cada 24 horas, durante sete dias, foi realizada a mensuração dos

diâmetros das colônias, com auxílio de uma régua graduada em centímetros, em dois sentidos perpendicularmente opostos entre as bordas, sendo efetuada a média entre essas medidas.

A contagem de esporos foi realizada ao sétimo dia de avaliação a partir da suspensão de esporos obtida pela adição de 10 mL ADE nas placas de Petri, remoção da colônia com escova de cerdas macias e filtragem da suspensão em dupla camada de gaze estéril, sendo determinado o número de esporos totais em hemacitômetro, com auxílio de microscópio óptico.

2.4 Experimento *in vivo*

Para o teste *in vivo* foram utilizadas sementes de quatro variedades de algodoeiro: BRS Rubi de fibra colorida e BRS Aroeira, de fibra branca, oriundas do município de Remígio, PB; BRS Verde de fibra colorida oriunda do município de Ingá, PB e a BRS 368 RF de fibra branca obtidas pela EMBRAPA Algodão em Campina Grande, PB. Todas as cultivares foram da safra de 2018 e, após obtenção foram armazenadas em refrigeração em geladeira na temperatura de $4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

As sementes foram submetidas ao deslintamento por via úmida, com ácido sulfúrico (H_2SO_4), na relação de 7 kg de sementes para 1 litro de ácido concentrado (p.a.), por cinco minutos. Em seguida foram lavadas em água corrente (GABRIEL et al., 2015) e colocadas para secar em temperatura ambiente $25 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, sendo realizado o descarte das sementes malformadas e com ataque de pragas. Posteriormente foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e refrigeradas a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ por no máximo de 15 dias.

Para aplicação dos tratamentos as sementes foram desinfestadas a partir da imersão por três minutos em solução de hipoclorito de sódio a 1% e dupla lavagem em ADE, sendo colocadas para secar sobre papel toalha à $25 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Posteriormente as sementes foram imersas por cinco minutos em solução com os tratamentos, anteriormente descritos, e em seguida colocar em placas contendo papel filtro. Após 24 horas foram inoculadas com *Fov* pelo método de suspensão, realizada a partir da adição de 10 mL de ADE na placa de Petri para liberação dos esporos, com auxílio de um pincel de cerdas macias e filtragem em dupla camada de gaze esterilizada. Os esporos foram quantificados em hemacitômetro e a suspensão ajustada a 10^5 esporos. mL^{-1} , sendo as sementes imersas por cinco minutos.

O semeio foi conduzido em copos de polipropileno (300 cm^3), contendo substrato comercial Mecplant[®]. As sementes foram distribuídas três por cada copo e no décimo quinto dia foi realizado o desbaste, permanecendo a planta mais vigorosa, as plantas foram irrigadas através de uma regada diariamente. Aos 45 dias após a semeadura foram avaliados o diâmetro do caule, sendo determinado com auxílio de um paquímetro digital. A altura de planta foi estabelecida pela medição com régua graduada em centímetros, da parte acima do colo até o

ápice caulinar. O volume de raiz foi determinado pela a imersão das raízes na água em proveta com um volume conhecido. A massa seca de raiz foi obtida a partir do armazenamento das raízes em sacos de papel, tipo Kraft e colocadas para secar em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C por 48 horas.

No mesmo período foram analisadas as variáveis de fluorescência de clorofila utilizado o fluorômetro modulado (Sciences Inc.- Model OS-30p, Hudson, USA). Foram adicionadas pinças foliares por 30 minutos antes das leituras para adaptação das folhas ao escuro, em que foram avaliadas a fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável ($F_v = F_m - F_0$), a razão F_v/F_0 e rendimento quântico do fotossistema II (F_v/F_m). O índice de clorofila a, b e total foram pelo método não destrutivo, utilizando-se clorofilômetro portátil (ClorofiLOG[®], modelo CFL 1030, Porto Alegre, RS), os valores sendo verificados em índice de clorofila Falker (ICF).

Para a avaliação da Taxa de Infecção (TI) de *Fov* nas plantas de algodoeiro, foram realizados fragmentos de 0,5 mm na área do colo, com o auxílio de lâminas de bisturis estéril, sendo desinfestados com álcool 70% por 30 segundos e no hipoclorito de sódio 1% por três minutos e duplo enxague com ADE. Os fragmentos de tecido vegetal infectado foram transferidos para placas de Petri (9 cm), contendo meio de cultura BDA, permanecendo por oito dias em câmara incubadora tipo B.O.D, regulada à temperatura de 25 °C, sob fotoperíodo de 12 horas. A confirmação da etiologia do patógeno foi realizada sob microscópio óptico, através da observação das estruturas vegetativas e reprodutivas, confrontando-as com as descrições realizadas por Seifert et al., (2011). A TI foi obtida a partir dos fragmentos com crescimento micelial em função do número de plantas avaliadas em cada parcela, sendo expressa em porcentagem.

2.5 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado para o teste *in vitro*, utilizando-se cinco repetições, sendo cada unidade experimental composta por duas placas de Petri.

Para o teste *in vivo* o delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 10×4 , com cinco repetições. Foram avaliados no primeiro fator dez tratamentos, sendo os elicitores AgroMos[®], Agrosilício Plus[®], Folha Top[®] Aminoagro, Amino Plus[®], Fosfito de Potássio; Liqui-Plex[®] Bonder, Liqui-Plex[®] CaMg+B, Liqui-Plex[®] Fast, além do fungicida Authority[®] e testemunha. No segundo fator foram avaliadas quatro cultivares BRS Aroeira, BRS 368 RF, BRS Rubi e BRS Verde.

A análise estatística foi realizada com auxílio do software R (R Core Team, 2020) e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao efeito inibitório dos elicitores contra *Fov in vitro*, observou-se efeito significativo ($p < 0,01$) dos tratamentos sobre as variáveis analisadas (Figura 1). No tratamento com Agrosilício Plus® observou-se maior diâmetro da colônia (8,9 cm) e maior velocidade do crescimento micelial (3,38 cm dia⁻¹), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Figuras 1A, 1B). Apenas o fungicida permaneceu com ação fungitóxica sobre *Fov*, seguido do Fosfito de Potássio com maior inibição, reduzindo em 52,56% o crescimento micelial (Figura 1C).

Os fungicidas são importantes inibidores metabólicos, responsáveis por bloquear algum processo vital dos patógenos. Isso pode ser explicado pelo fato do Authority® ser um fungicida sistêmico do grupo azoxistrobina (estrobilurina) e flutriafol (triazol) (SILVA et al., 2021, CARMONA; SAUTUA, 2021). Em geral, os esporos são mais sensíveis a estrobilurina e triazol do que o micélio, e por isso são consideradas “moléculas protetoras” que inibem a germinação dos esporos e impedem a penetração no hospedeiro durante os estágios iniciais de infecção (SIEROTZKI, 2015).

Para a esporulação, todos os tratamentos testados diferiram significativamente do Folha Top® Aminoagro com 414,96 esporos mL⁻¹, destacando-se Liqui-Plex® Fast, Agrosilício Plus®, AgroMos®, Fosfito de Potássio e Fungicida, com menor capacidade de produção de esporos, com valores médios entre 0 a 56,72 esporos mL⁻¹ (Figura 1D). Para a inibição da esporulação, os melhores resultados foram evidenciados com fungicida, Fosfito de Potássio e AgroMos®, com valores de 100, 99,91 e 92,50%, respectivamente (Figura 1E).

A efetividade dos fosfitos no controle dos patógenos pode estar relacionado com a atuação direta do íon fosfito, que ao entrar em contato com esses microrganismos, afeta seu crescimento e reprodução, interferindo a expressão de genes que codificam a síntese de compostos essenciais na estrutura e fisiologia celular (MORALES-MORALES et al., 2022).

Os resultados obtidos corroboram com Solis-Palacios et al. (2021) ao verificarem o efeito do fosfito no crescimento micelial de *Fusarium* sp., *in vitro* onde constataram efeito fungistático nas concentrações de 500 a 8000 µg mL⁻¹ com faixa de inibição de 26,0 a 81,0%. A ação fungitóxica foi observada a partir de 500 µg mL⁻¹ uma vez que diminuiu 99,7% da produção de esporos em relação ao tratamento controle.

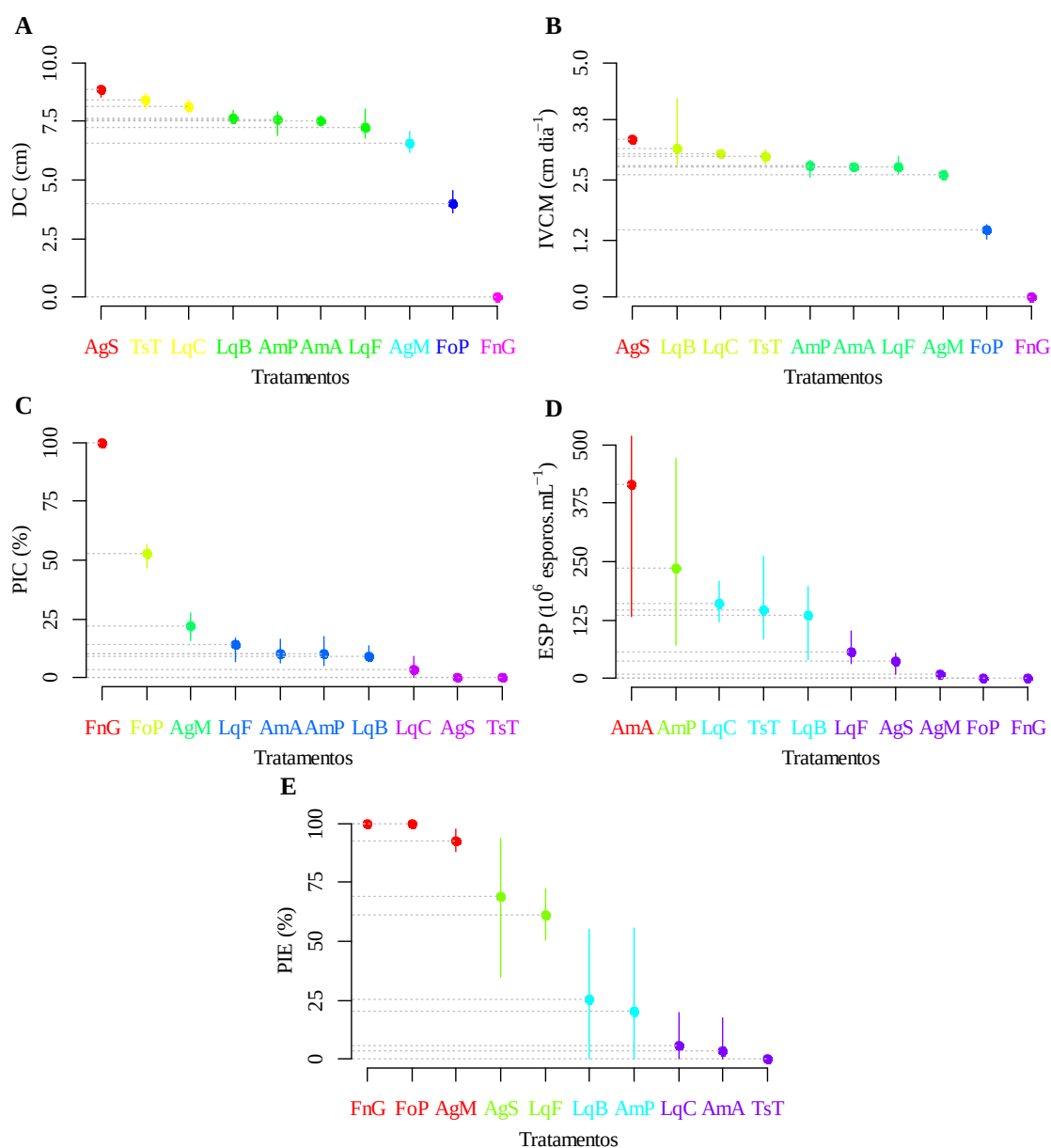


Figura 1. Diâmetro da colônia (A), índice de velocidade do crescimento micelial (B), porcentagem de inibição de crescimento (C), esporulação (D) e porcentagem de inibição de esporulação (E) de *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* exposto a tratamentos com elicitores. Pontos e linhas verticais representam os valores médio, mínimo e máximo para cada grupo. Médias seguidas de cores diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (ADE); AgM: AgroMos[®] (3 mL L⁻¹); AgS: Agrosilício Plus[®] (3 g L⁻¹); AmA: Folha Top[®] Aminoagro (1,5 mL L⁻¹); AmP: Amino Plus[®] (1,5 mL L⁻¹); FoP: Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹); LqB: Liqui-Plex[®] Bonder (1,5 mL L⁻¹); LqC: Liqui-Plex[®] CaMg+B (1,5 mL L⁻¹); LqF: Liqui-Plex[®] Fast (1,5 mL L⁻¹) e FnG: Fungicida Authority[®] (Azoxistrobina + Flutriafol, 1,3 mL/L).

AgroMos[®] é um produto à base de mananoligossacarídeo fosforilado, oriundo da parede celular da levedura *Saccharomyces cerevisiae* e de um biocomplexo de cobre e zinco (COSTA et al., 2010). Lamichhane et al. (2018) relatam que o efeito tóxico do AgroMos[®] está atribuído à presença de cobre em sua composição. Os autores também afirmaram que alguns metais, como o cobre, são essenciais para o metabolismo dos fungos; no entanto, tornam-se tóxicos

quando em excesso. Campos Neto et al. (2018) demonstraram redução na esporulação de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* quando aplicado 0,50 mL/L de AgroMos® com taxa de inibição de 51.41 %, considerando-se inferior ao encontrado nesse estudo.

Quanto a taxa de infecção *in vivo*, observou-se interação significativa ($p < 0,01$) entre os fatores estudados (Figura 2). A cultivar BRS Verde apresentou maior suscetibilidade frente as demais cultivares avaliadas. Os tratamentos AgroMos®, Amino Plus® e Liqui-Plex® CaMg+B apresentaram potencial fungitóxico, inibindo totalmente a infecção das sementes na cultivar BRS Aroeira. Efeito semelhante com AgroMos®, Agrosilício Plus® e Liqui-Plex® Bonder na BRS 368 RF. Para BRS Rubi a inibição total foi observada com Agrosilício Plus®, Fosfito de Potássio, Liqui-Plex® Bonder e Liqui-Plex® CaMg+B. De forma similar, com Fosfito de Potássio e Liqui-Plex® Fast na BRS Verde.

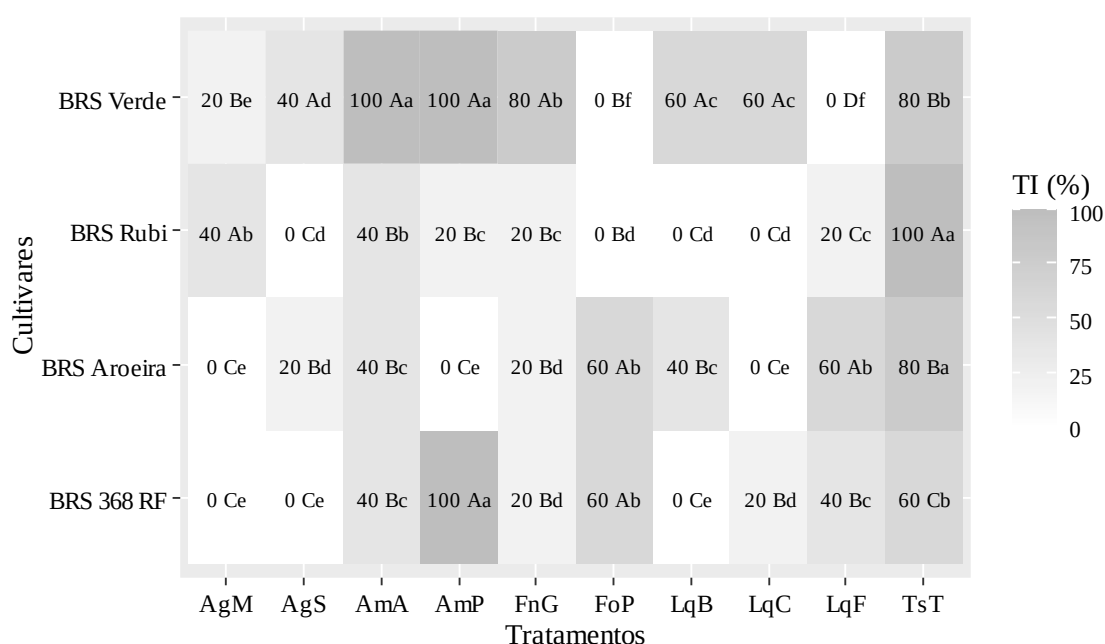


Figura 2. Taxa de infecção (TI) de *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (*Fov*) em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) oriundas de sementes inoculadas com *Fov* e tratadas com elicitores. Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha (compara tratamentos) e maiúscula na coluna (compara cultivares), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). TsT: Testemunha (ADE); AgM: AgroMos® (3 mL L⁻¹); AgS: Agrosilício Plus® (3 g L⁻¹); AmA: Folha Top® Aminoagro (1,5 mL L⁻¹); AmP: Amino Plus® (1,5 mL L⁻¹); FoP: Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹); LqB: Liqui-Plex® Bonder (1,5 mL L⁻¹); LqC: Liqui-Plex® CaMg+B (1,5 mL L⁻¹); LqF: Liqui-Plex® Fast (1,5 mL L⁻¹) e FnG: Fungicida Authority® (Azoxistrobina + Flutriafol, 1,3 mL/L).

Os produtos Amino Plus®, Liqui-Plex® CaMg+B, Liqui-Plex® Bonder e Liqui-Plex® Fast, apresentam como diferencial aminoácidos em sua composição, atuando como atenuante a estresses bióticos e abióticos, potencializando a absorção de nutrientes e crescimento das plantas (ZHAO et al., 2021). Esses mesmos autores relataram que a aplicação exógena dos

aminoácidos prolina e alanina reduziu significativamente o número de espiguetas infectadas por *Fusarium graminearum* em genótipo de trigo (*Triticum aestivum* L.) suscetível, desempenhando papel importante na resistência das plantas. O presente estudo fornece evidências que o tratamento de sementes com Agrosilício Plus® pode ser uma alternativa promissora e corrobora com os resultados da pesquisa, proporcionando níveis mais elevados de resistência contra o ataque do patógeno nas fases iniciais da cultura (MIGLIORINI et al., 2021).

Com base nos resultados obtidos (Tabela 1), não houve interação significativa entre os fatores tratamentos e cultivares. Por outro lado, ao observar o efeito isolado dos fatores, verificou-se que apenas as cultivares foram influenciadas sobre os parâmetros avaliados. Em relação as cultivares de algodoeiro, apenas a BRS 368 RF e BRS Verde, para altura de planta e BRS 368 RF e BRS Rubi, para diâmetro de caule, foram afetadas significativamente quando inoculadas com *Fov*.

Tabela 1. Altura de planta e diâmetro de caule em plantas algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) oriundas de sementes inoculadas com *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e tratadas com elicitores de resistência.

Tratamentos	Altura de planta (cm)	Diâmetro de caule (mm)
Testemunha	26,26 a	3,52 a
AgroMos®	25,56 a	3,42 a
Agrosilício Plus®	26,96 a	3,33 a
Folha Top® Aminoagro	26,72 a	3,48 a
Amino Plus®	26,02 a	3,50 a
Fosfito de Potássio	25,42 a	3,48 a
Liqui-Plex® Bonder	26,26 a	3,37 a
Liqui-Plex® CaMg+B	24,93 a	3,26 a
Liqui-Plex® Fast	26,62 a	3,39 a
Fungicida	25,56 a	3,28 a
Cultivares		
BRS Aroeira	26,32 a	3,48 a
BRS 368 RF	25,38 b	3,35 b
BRS Rubi	26,55 a	3,28 b
BRS Verde	25,87 b	3,49 a
CV (%)	7,19	9,50

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (ADE); AgroMos® (3 mL L⁻¹); Agrosilício Plus® (3 g L⁻¹); Folha Top® Aminoagro (1,5 mL L⁻¹); Amino Plus® (1,5 mL L⁻¹); Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Bonder (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® CaMg+B (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Fast (1,5 mL L⁻¹) e Fungicida Authority® (Azoxistrobina + Flutriafol, 1,3 mL/L).

Com relação ao volume e massa seca de raízes (Tabela 2), observou-se efeito significativo ($p < 0,01$) na interação entre tratamentos e cultivares. Os tratamentos AgroMos®, Amino Plus®, Fosfito de Potássio, Liqui-Plex® CaMg+B, Liqui-Plex® Fast e fungicida na cultivar BRS Aroeira, proporcionaram maior incremento no volume de raízes, diferindo

estatisticamente dos demais tratamentos. Efeito semelhante foi verificado na BRS 368 RF com a utilização de Amino Plus® e Liqui-Plex® Fast.

Quanto a massa seca de raízes na BRS Aroeira (Tabela 2), os melhores tratamentos foram AgroMos®, Agrosilício Plus®, Amino Plus® e Liqui-Plex® CaMg+B, enquanto na BRS Verde destacaram-se apenas AgroMos®, Agrosilício Plus® e Folha Top® Aminoagro.

Tabela 2. Volume e massa seca de raízes de plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) oriundas de sementes inoculadas com *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e tratadas com elicitores de resistência.

Tratamentos	BRS Aroeira	BRS 368 RF	BRS Rubi	BRS Verde
Volume de raízes (cm³ planta ⁻¹)				
Testemunha	57,00 Ab	55,75 Ab	56,50 Aa	56,50 Aa
AgroMos®	59,25 Aa	54,25 Bc	57,25 Aa	57,00 Aa
Agrosilício Plus®	56,50 Ab	56,50 Ab	58,00 Aa	56,75 Aa
Folha Top® Aminoagro	56,75 Ab	56,00 Ab	57,50 Aa	57,50 Aa
Amino Plus®	58,75 Aa	58,50 Aa	58,25 Aa	55,25 Ba
Fosfito de Potássio	58,00 Aa	53,25 Bc	57,50 Aa	57,50 Aa
Liqui-Plex® Bonder	54,75 Ab	56,50 Ab	57,25 Aa	55,75 Aa
Liqui-Plex® CaMg+B	60,00 Aa	54,25 Cc	57,75 Ba	55,50 Ca
Liqui-Plex® Fast	58,75 Aa	58,25 Aa	57,50 Aa	54,75 Ba
Fungicida	59,00 Aa	54,50 Bc	55,50 Ba	55,75 Ba
CV (%)	2,73			
Massa seca de raízes (g planta ⁻¹)				
Testemunha	0,854 Ab	0,879 Aa	1,028 Aa	0,823 Ab
AgroMos®	1,005 Aa	0,811 Aa	0,873 Aa	1,071 Aa
Agrosilício Plus®	1,096 Aa	0,912 Aa	0,884 Aa	0,926 Aa
Folha Top® Aminoagro	0,825 Ab	1,009 Aa	0,937 Aa	1,090 Aa
Amino Plus®	1,130 Aa	0,857 Ba	0,987 Aa	0,748 Bb
Fosfito de Potássio	0,933 Ab	0,731 Aa	0,998 Aa	0,912 Aa
Liqui-Plex® Bonder	0,807 Ab	0,950 Aa	0,842 Aa	0,771 Ab
Liqui-Plex® CaMg+B	1,023 Aa	0,802 Ba	0,769 Ba	0,665 Bb
Liqui-Plex® Fast	0,873 Ab	0,912 Aa	0,807 Aa	0,789 Ab
Fungicida	0,928 Ab	0,855 Aa	0,794 Aa	0,841 Ab
CV (%)	16,68			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (ADE); AgroMos® (3 mL L⁻¹); Agrosilício Plus® (3 g L⁻¹); Folha Top® Aminoagro (1,5 mL L⁻¹); Amino Plus® (1,5 mL L⁻¹); Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Bonder (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® CaMg+B (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Fast (1,5 mL L⁻¹) e Fungicida Authority® (Azoxistrobina + Flutriafol, 1,3 mL/L).

As respostas de defesa induzidas pelas fontes de Si são mais intensas nas regiões endodérmicas e vasculares em relação as regiões epidérmicas e corticais, conferindo um papel importante nas células endodérmicas das raízes, propiciando um sistema radicular bem desenvolvido com plantas mais vigorosas (AHAMMED; YANG, 2021). Já os tratamentos à base de aminoácidos conferem maior resistência as condições adversas de estresse bióticos e

abióticos, regulando o crescimento e desenvolvimento das plantas (ZHAO et al., 2021), como por exemplo, a pulverização com aminoácidos na concentração de 1,50 mL L⁻¹ proporcionou maior comprimento de ramos novos, número de folhas, área foliar e massa seca de folhas em plantas de oliveira (*Olea europaea* L.) (AL-ISAW; AL-JANABI, 2021), sendo constatado no parâmetro massa seca de raízes anteriormente supracitado.

Para os índices de clorofila (Tabela 3) não foi observada interação significativa entre os fatores estudados. No entanto, ao observar o efeito isolado dos fatores, verificou-se que apenas as cultivares foram influenciadas sobre os parâmetros avaliados. Os índices de clorofila a (ICF a), clorofila b (ICF b) e clorofila total (ICF T) foram mais afetados nas cultivares BRS Aroeira e BRS Verde. Nas plantas os conteúdos de clorofila nas folhas são bastante instáveis para se adaptar as variações de luz até certo ponto. Além disso, sua degradação é uma importante estratégia de sobrevivência por remover pigmentos fitotóxicos dos cloroplastos tornando-as mais resistente a estresses bióticos e abióticos (HU et al., 2021).

Tabela 3. Índice de clorofila Falker a (ICF a), índice de clorofila Falker b (ICF b), índice de clorofila Falker total (ICF T) e relação índice de clorofila Falker a/b (ICF a/b) em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) oriundas de sementes inoculadas com *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e tratadas com elicitores.

Tratamentos	ICF a	ICF b	ICF T	ICF a/b
Testemunha	30,65 a	13,31 a	43,96 a	2,35 a
AgroMos®	31,07 a	13,21 a	44,28 a	2,40 a
Agrosilício Plus®	30,66 a	13,00 a	43,66 a	2,40 a
Folha Top® Aminoagro	30,96 a	13,36 a	44,32 a	2,39 a
Amino Plus®	31,06 a	13,75 a	44,81 a	2,32 a
Fosfito de Potássio	31,62 a	13,69 a	45,31 a	2,36 a
Liqui-Plex® Bonder	30,58 a	12,08 a	42,66 a	2,60 a
Liqui-Plex® CaMg+B	30,82 a	12,49 a	43,31 a	2,50 a
Liqui-Plex® Fast	30,41 a	12,89 a	43,30 a	2,44 a
Fungicida	30,13 a	12,33 a	42,46 a	2,52 a
Cultivares				
BRS Aroeira	28,79 d	10,77 c	39,56 c	2,72 a
BRS 368 RF	32,49 a	14,35 a	46,84 a	2,29 c
BRS Rubi	31,53 b	14,35 a	45,88 a	2,22 c
BRS Verde	30,37 c	12,59 b	42,95 b	2,47 b
CV (%)	6,05	14,93	8,23	11,36

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (ADE); AgroMos® (3 mL L⁻¹); Agrosilício Plus® (3 g L⁻¹); Folha Top® Aminoagro (1,5 mL L⁻¹); Amino Plus® (1,5 mL L⁻¹); Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Bonder (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® CaMg+B (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Fast (1,5 mL L⁻¹) e Fungicida Authority® (Azoxistrobina + Flutriafol, 1,3 mL/L).

Em contrapartida, a redução na relação clorofila a/b (ICF a/b) observada na BRS 368 RF e BRS Rubi, pode estar relacionado com o nível transcricional da clorofilida-a oxigenase

(CAO) responsável por controlar parcialmente a síntese de clorofila *b* na aclimação à luz (HU et al., 2021).

Para as variáveis de fluorescência da clorofila “a” (Tabelas 4 e 5), observou-se efeito significativo ($p < 0,01$) na interação tratamentos *versus* cultivares. A fluorescência inicial (F_0) na cultivar BRS Aroeira, foi maior com a utilização de Liqui-Plex® CaMg+B, efeito semelhante foi constatado na BRS Rubi e BRS Verde com a utilização do Liqui-Plex® Fast. Por outro lado, BRS 368 RF a F_0 revelou que o número de centros de reação abertos após adaptação ao período de 30 minutos no escuro foi semelhante em todos os tratamentos analisados.

A fluorescência máxima (F_m) na BRS Rubi e BRS Verde teve emissão mais expressiva com a aplicação de Liqui-Plex® Fast. No entanto, não foi verificado efeito significativo na BRS Aroeira e BRS 368 RF com a utilização dos tratamentos, uma vez que a aplicação não veio interferir nessa etapa metabólica (Tabela 4). Os resultados obtidos se assemelham aos observados por Baghbani et al. (2019) ao avaliarem a fluorescência da clorofila em plantas de milho (*Zea mays* L.), os autores constataram que a infecção causada por *Fusarium verticillioides* promoveu redução na F_m durante o estágio inicial com o fotossistema II (FSII) intacto.

A BRS Aroeira expressou maior fluorescência variável (F_v) nas sementes tratadas com Folha Top® Aminoagro e Liqui-Plex® Fast, não diferindo do fungicida. Na cultivar BRS 368 RF Amino Plus® e Liqui-Plex® Fast proporcionaram maior F_v , embora sem diferir da testemunha. O tratamento Liqui-Plex® Fast na BRS Rubi, assim como, Amino Plus® e Liqui-Plex® Fast na BRS Verde apresentaram valores mais expressivos, diferindo significativamente dos demais tratamentos (Tabela 4). O aumento verificado na F_v , em resposta aos tratamentos utilizados, pode estar relacionado a melhor estabilidade das plantas e consequentemente maior proteção as infecções causadas por *Fov*.

Tabela 4. Fluorescência inicial (F_0), máxima (F_m) e variável (F_v) em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) oriundas de sementes inoculadas com *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e tratadas com elicitores de resistência.

Tratamentos	BRS Aroeira	BRS 368 RF	BRS Rubi	BRS Verde
	F ₀			
Testemunha	23,50 Bb	23,25 Ba	22,75 Bb	32,25 Ab
AgroMos®	24,25 Bb	24,25 Ba	19,50 Cc	31,25 Ac
Agrosilício Plus®	23,00 Bb	24,25 Ba	22,25 Bb	29,00 Ac
Folha Top® Aminoagro	21,75 Ab	24,00 Aa	24,50 Ab	23,25 Ad
Amino Plus®	23,50 Bb	22,50 Ba	20,00 Bc	33,50 Ab
Fosfito de Potássio	20,75 Bb	24,75 Aa	20,00 Bc	22,75 Ad
Liqui-Plex® Bonder	24,00 Bb	24,50 Ba	25,25 Bb	29,50 Ac
Liqui-Plex® CaMg+B	28,75 Aa	25,50 Aa	21,50 Bc	28,75 Ac
Liqui-Plex® Fast	22,50 Bb	23,00 Ba	38,75 Aa	36,75 Aa
Fungicida	22,00 Ab	24,25 Aa	19,50 Ac	21,75 Ad
CV (%)	10,00			
	F _m			
Testemunha	110,0 Ca	127,5 Ba	105,5 Cb	157,0 Ac
AgroMos®	117,3 Aa	118,0 Aa	116,0 Ab	123,0 Ae
Agrosilício Plus®	119,5 Aa	123,5 Aa	110,8 Ab	119,5 Ae
Folha Top® Aminoagro	127,5 Aa	123,3 Aa	111,0 Bb	135,8 Ad
Amino Plus®	115,3 Ca	131,0 Ba	115,5 Cb	175,8 Ab
Fosfito de Potássio	115,8 Aa	115,5 Aa	116,3 Ab	120,8 Ae
Liqui-Plex® Bonder	116,5 Aa	123,8 Aa	106,5 Ab	121,0 Ae
Liqui-Plex® CaMg+B	123,5 Aa	121,8 Aa	124,0 Ab	129,5 Ad
Liqui-Plex® Fast	129,8 Ca	129,8 Ca	167,3 Ba	190,8 Aa
Fungicida	128,3 Aa	114,5 Ba	114,0 Bb	134,0 Ad
CV (%)	7,51			
	F _v			
Testemunha	86,5 Cb	104,3 Ba	82,8 Cc	124,8 Ab
AgroMos®	93,0 Ab	93,8 Ab	96,5 Ab	91,8 Ad
Agrosilício Plus®	96,5 Ab	99,3 Ab	88,5 Ac	90,5 Ad
Folha Top® Aminoagro	105,8 Aa	99,3 Ab	86,5 Bc	112,5 Ac
Amino Plus®	91,8 Cb	108,5 Ba	95,5 Cb	142,3 Aa
Fosfito de Potássio	95,0 Ab	90,8 Ab	96,3 Ab	98,0 Ad
Liqui-Plex® Bonder	92,5 Ab	99,3 Ab	81,3 Bc	91,5 Ad
Liqui-Plex® CaMg+B	94,8 Ab	96,3 Ab	102,5 Ab	100,8 Ad
Liqui-Plex® Fast	107,3 Ca	106,8 Ca	128,5 Ba	154,0 Aa
Fungicida	106,3 Aa	90,3 Bb	94,5 Bb	112,3 Ac
CV (%)	8,44			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (ADE); AgroMos[®] (3 mL L⁻¹); Agrosilício Plus[®] (3 g L⁻¹); Folha Top[®] Aminoagro (1,5 mL L⁻¹); Amino Plus[®] (1,5 mL L⁻¹); Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹); Liqui-Plex[®] Bonder (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex[®] CaMg+B (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex[®] Fast (1,5 mL L⁻¹) e Fungicida Authority[®] (Azoxistrobina + Flutriafol, 1,3 mL/L).

O rendimento quântico do fotossistema II (F_v/F_m) na BRS Aroeira, aumentou significativamente com a utilização de Agrosilício Plus[®], Folha Top[®] Aminoagro, Fosfito de

Potássio, Liqui-Plex® Fast e fungicida, quando comparados com os demais tratamentos. Efeito semelhante foi notado para a relação F_v/F_0 com exceção do Agrosilício Plus® (Tabela 5).

Tabela 5. Rendimento quântico do fotossistema II (F_v/F_m) e relação (F_v/F_0) em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) oriundas de sementes inoculadas com *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e tratadas com elicitores de resistência.

Tratamentos	BRS Aroeira	BRS 368 RF	BRS Rubi	BRS Verde
	F_v/F_m			
Testemunha	0,787 Bb	0,817 Aa	0,784 Bb	0,791 Bb
AgroMos®	0,793 Bb	0,795 Bb	0,832 Aa	0,747 Cc
Agrosilício Plus®	0,808 Aa	0,803 Ab	0,798 Ab	0,758 Bc
Folha Top® Aminoagro	0,829 Aa	0,803 Bb	0,779 Bb	0,829 Aa
Amino Plus®	0,797 Bb	0,828 Aa	0,826 Aa	0,812 Bb
Fosfito de Potássio	0,820 Aa	0,785 Bb	0,828 Aa	0,811 Ab
Liqui-Plex® Bonder	0,794 Ab	0,802 Ab	0,762 Bb	0,756 Bc
Liqui-Plex® CaMg+B	0,767 Bb	0,786 Bb	0,826 Aa	0,777 Bc
Liqui-Plex® Fast	0,826 Aa	0,823 Aa	0,767 Bb	0,807 Ab
Fungicida	0,828 Aa	0,788 Bb	0,829 Aa	0,837 Aa
CV (%)	2,22			
	F_v/F_0			
Testemunha	3,732 Bb	4,501 Aa	3,665 Bb	3,837 Bc
AgroMos®	3,863 Bb	3,903 Bb	4,957 Aa	3,014 Cd
Agrosilício Plus®	4,236 Ab	4,101 Ab	3,992 Ab	3,179 Bd
Folha Top® Aminoagro	4,862 Aa	4,180 Bb	3,557 Cb	4,856 Aa
Amino Plus®	3,957 Bb	4,837 Aa	4,805 Aa	4,212 Bb
Fosfito de Potássio	4,581 Aa	3,678 Bb	4,816 Aa	4,342 Ab
Liqui-Plex® Bonder	3,861 Ab	4,056 Ab	3,240 Bb	3,163 Bd
Liqui-Plex® CaMg+B	3,295 Bb	3,781 Bb	4,784 Aa	3,510 Bc
Liqui-Plex® Fast	4,813 Aa	4,661 Aa	3,343 Bb	4,193 Ab
Fungicida	4,853 Aa	3,740 Bb	4,857 Aa	5,164 Aa
CV (%)	9,88			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Testemunha (ADE); AgroMos® (3 mL L⁻¹); Agrosilício Plus® (3 g L⁻¹); Folha Top® Aminoagro (1,5 mL L⁻¹); Amino Plus® (1,5 mL L⁻¹); Fosfito de Potássio (3 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Bonder (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® CaMg+B (1,5 mL L⁻¹); Liqui-Plex® Fast (1,5 mL L⁻¹) e Fungicida Authority® (Azoxistrobina + Flutriafol, 1,3 mL/L).

Na BRS 368 RF apenas Amino Plus® e Liqui-Plex® Fast, proporcionaram aumento na F_v/F_m e na relação F_v/F_0 não diferindo da testemunha. Comportamento semelhante foi observado com AgroMos®, Amino Plus®, Fosfito de Potássio e Liqui-Plex® CaMg+B na BRS Rubi, embora sem diferir do fungicida. Para a BRS Verde, também pôde-se verificar aumento na F_v/F_m e na relação F_v/F_0 com a utilização de Folha Top® Aminoagro e fungicida, diferindo dos demais tratamentos (Tabela 5).

O aumento na fotoinibição da fotossíntese também foi relatado por Mohammadi et al. (2020) em folhas de batata (*Solanum tuberosum* L.) não tratadas com fosfito de potássio após

a inoculação com *Phytophthora infestans*. Segundo os mesmos autores, a aplicação de fosfito de potássio na concentração de 0,5% proporcionou efeito significativo na proteção da fluorescência de clorofila, com valores mais expressivos para F_0 e F_v/F_m . A redução dos parâmetros de fluorescência pode ser atribuída às plantas sob algum tipo de estresse, indicando que o centro de reação do FSII foi danificado por *Fov* levando a um declínio no transporte de elétrons e consequentemente reduzindo o potencial fotossintético (BAGHBANI et al., 2021).

4. CONCLUSÃO

Fosfito de potássio é o mais eficaz dentre os elicitores avaliados para inibir o crescimento micelial de *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*, enquanto que a maior inibição da esporulação foi obtida com Fosfito de Potássio e AgroMos®.

A aplicação dos elicitores no tratamento de sementes apresenta potencial para reduzir a taxa de infecção em plantas de algodoeiro, indicando sua viabilidade como alternativa para o manejo de *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*.

A associação do *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* nas sementes tratadas com elicitores de resistência não afetou a altura, diâmetro caulinar e teores de clorofila em plantas de algodoeiro. A cultivar BRS Rubi teve um menor incremento no sistema radicular.

A eficiência fotoquímica é potencializada pelo Amino Plus®, Folha Top® Aminoagro e Liqui-Plex® Fast, com maior expressividade na BRS Verde de maior suscetibilidade.

5. REFERÊNCIAS

ABRAPA. Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. Estatísticas - Algodão no Brasil. Disponível em: < <http://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-no-brasil.aspx> >. Acesso em: 04 de Fevereiro de 2022.

AHAMMED, G. J.; YANG, Y. Mechanisms of silicon-induced fungal disease resistance in plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 165, p. 200-206, 2021.

ARAÚJO, D. V.; MACHADO, J. C.; PEDROZO, R.; FENNING, L. H.; KAWASAKI, V. H.; NETO, A. M.; PIZATTO, J. A. Transmission and effects of *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* on cotton seeds. **African Journal of Agricultural**, v. 11, n. 20, p. 1815-1823, 2016.

ALBUQUERQUE, R. R. S.; CAVALCANTI, J. J. V.; FARIAS, F. J. C.; QUEIROZ, D. R.; CARVALHO, L. P. Estimativas de parâmetros genéticos para seleção de algodoeiro de fibra colorida. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 01, p. 253-259, 2020.

AL-ISAW, N. A. M.; AL-JANABI, A. M. I. Effect of foliar application with kinetin and amino acids in the vegetative growth and chemical content of young olive trees cv." K18". **Annals of the Romanian Society for Cell Biology**, v. 25, n. 4, p. 10067-10076, 2021.

BAGHBANI, F.; LOTFI, R.; MOHARRAMNEJAD, S.; BANDEHAGH, A.; ROOSTAEI, M.; RASTOGI, A.; KALAJI, H. M. Impact of *Fusarium verticillioides* on chlorophyll fluorescence parameters of two maize lines. **European Journal of Plant Pathology**, v. 154, n. 2, p. 337-346, 2019.

CAMPOS NETO, J. R. M.; OLIVEIRA, L.; DINIZ, N. B.; NASCIMENTO, I. D. O.; RODRIGUES, A. A. C. Abiotic compounds as inducers of resistance to *Fusarium* wilt in tomatoes. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 9, p. 373-388, 2018.

CARMONA, M. A.; SAUTUA, F. J. ¿ Cuándo es realmente necesario aplicar fungicidas en maíz?. **Agronomía & Ambiente**, v. 41, n. 2, p. 149-161, 2021.

CASTRO, P. R. C.; CARVALHO, M. E. A. **Aminoácidos e suas aplicações na agricultura**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2014, 60 p.

COSTA, J. C. B.; RESENDE, M. L. V.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; CAMILO, F. R.; MONTEIRO, A. C. A.; PEREIRA, R. B. Indução de resistência em mudas de cacaueteiro contra *Moniliophthora perniciosa* por produto à base de mananoligossacarídeo fosforilado. **Tropical Plant Pathology**, v. 35, n. 5, p. 285-294, 2010.

DAVIS, R. M.; COLYER, P. D.; ROTHROCK, C. S.; KOCHMAN, J. K. *Fusarium* wilt of cotton: population diversity and implications for management. **Plant Disease**, v. 90, n. 6, p. 692-703, 2006.

DEBONA, D.; RODRIGUES, F. A.; DATNOFF, L. E. Silicon's role in abiotic and biotic plant stresses. **Annual Review of Phytopathology**, v. 55, p. 85-107, 2017.

DORNELES, K. R.; PAZDIORA, P. C.; SILVA, F. J. A.; MOCCELLIN, R.; FARIAS, C. R. J. Control of *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) using *Curcuma longa* (Linnaeus) extract and effect of this extract on rice seed physiology. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 1, p. 99-105, 2018.

FARIAS, O. R.; NASCIMENTO, L. C.; CRUZ, J. M. L.; SILVA, H. A. O.; OLIVEIRA, M. D. M.; BRUNO, R. L. A.; ARRIEL, N. H. C. Biocontrol Potential of *Trichoderma* and *Bacillus* Species on *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 34, n. 1, p. 1-11, 2019

GABRIEL, D.; TROMBETTA, G.; HENRIQUE, G.; PERECIN JÚNIOR, H.; MUNIZ, R.; SOUZA, L. C. D. Deslntamento de sementes de algodão. **Revista Conexão Eletrônica**, v.12, n.1, p.105-113, 2015.

HU, X.; GU, T.; KHAN, I.; ZADA, A.; JIA, T. Research Progress in the Interconversion, Turnover and Degradation of Chlorophyll. **Cells**, v. 10, n. 11, p. 1-14, 2021.

LAMICHHANE, J. R.; OSDAGHI, E.; BEHLAU, F.; KÖHL, J.; JONES, J. B.; AUBERTOT, J. N. Thirteen decades of antimicrobial copper compounds applied in agriculture. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 38, n. 3, p. 1-18, 2018.

LOPES, L. O.; LACERDA, J. J. J.; MIELERZSKI, F.; RATKE, R. F.; LIRA, D. N. S.; PACHECO, L. P. Efeito de fungicidas para o controle de *Ramularia areola* na cultura do algodoeiro. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 3, p. 229-235, 2017

MARQUES FILHO, A. C.; RUSCONI, L. H.; SILVA, P. R. A. Plantabilidade e distribuição longitudinal de sementes de algodão com diferentes conjuntos disco-anel em dosador mecânico. **Energia na agricultura**, v. 35, n. 4, p. 476-483, 2020.

MIGLIORINI, P.; ROSSETTI, C.; ALMEIDA, A. S.; REIS, B. B.; RODRIGUES, G. F.; TUNES, L. V. M. Silicon alters early development of bean seedlings from seeds infected by *Colletotrichum lindemuthianum*. **Colloquium Agrariae**, v. 17, n. 3, p. 39-51, 2021.

MOHAMMADI, M. A.; HAN, X.; ZHANG, Z.; XI, Y.; Boorboori, M.; Wang-Pruski, G. Phosphite Application alleviates *Pythophthora infestans* by modulation of photosynthetic and physio-biochemical metabolites in potato leaves. **Pathogens**, v. 9, n. 3, p. 170, 2020.

MORALES-MORALES, E. J.; MARTÍNEZ-CAMPOS, Á. R.; LÓPEZ-SANDOVAL, J. A.; GONZÁLEZ, A. M. C.; RUBÍ-ARRIAGA, M. Los fosfitos y sus aplicaciones en la agricultura. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, v. 13, n. 2, p. 345-354, 2022.

NASCIMENTO, P. S.; ALVES, L. S.; PAZ, V. P. S. Performance of colored cotton under irrigation water salinity and organic matter dosages. **Revista Ambiente e Água**, v. 14 n. 5, e2369, 2019.

PEREIRA, L. M.; STUMM, E. M. F.; BURATTI, J. B. L.; SILVA, J. A. G.; COLET, C. F.; PRETTO, C. R. A utilização de fungicida no cultivo de aveia: uma revisão integrativa da literatura. **Research, Society and Developmen**, v. 9, n. 8, p. e952986181-e952986181, 2020.

PITTNER, E.; MAREK, J.; BORTULI, D.; SANTOS, L. A.; KNOB, A.; FARIA, C. M. D. R. Defense responses of wheat plants (*Triticum aestivum* L.) against brown spot as a result of possible elicitors application. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.86, e0312017, p. 1-16, 2019

R CORE TEAM (2020). R: *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RIBEIRO, F. C.; COLOMBO, G. A.; CARVALHO E. V.; PELÚZIO, J. M.; ERASMO E. A. L. Controle químico da mancha-alvo da soja (*Corynespora cassiicola*) no cerrado tocantinense-Brasil. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v.4, n.1, p.26-36, 2017.

SEIFERT, K.; MORGAN-JONES, G.; GAMS, W.; KENDRICK, B. **The genera of Hyphomycetes**. CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre. Utrecht. p. 866. 2011.

SIEROTZKI, H. Respiration Inhibitors: Complex III. In: Ishii, H.; Hollomon, D. W. **Fungicide Resistance in Plant Pathogens**. Springer, Tokio, 2015. p. 119-143.

SILVA, T. S.; FONSECA, L. F.; YAMADA, J. K.; CARVALHO PONTES, N. Flutriafol and azoxystrobin: An efficient combination to control fungal leaf diseases in corn crops. **Crop Protection**, v. 140, p. 1-8, 2021.

SOLIS-PALACIOS, R.; HERNÁNDEZ-RAMÍREZ, G.; SALINAS-RUIZ, J.; HIDALGO-CONTRERAS, J. V.; GÓMEZ-MERINO, F. C. Effect and compatibility of phosphite with *Trichoderma* sp. isolates in the control of the *Fusarium* Species Complex Causing Pokkah Boeng in Sugarcane. **Agronomy**, v. 11, n. 6, p. 1-14, 2021.

ZHAO, P.; GU, S.; HAN, C.; LU, Y.; MA, C.; TIAN, J.; BI, J.; DENG, Z.; WANG, Q.; XU, Q. Targeted and Untargeted Metabolomics Profiling of Wheat Reveals Amino Acids Increase Resistance to *Fusarium* Head Blight. **Frontiers in plant science**, v. 12, p. 1-11, 2021.