



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO CARLOS
ALBERTO REYES MALDONADO - UNEMAT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E
MELHORAMENTO DE PLANTAS



JOÃO VITOR DA SILVA ALVES

**Indução de resistência a *Colletotrichum* sp. em *Heliconia
psittacorum* x *sparthocircinata* cv. Golden Torch cultivada em
ambiente sombreado e pleno sol**

TANGARÁ DA SERRA
MATO GROSSO
FEVEREIRO – 2020

JOÃO VITOR DA SILVA ALVES

Indução de resistência a *Colletotrichum* sp. em *Heliconia psittacorum* x *sparthocircinata* cv. Golden Torch cultivada em ambiente sombreado e pleno sol

Dissertação apresentada à UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO, como parte das exigências do Programa de Pós- Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas para a obtenção do título de Mestre. Sob orientação: Prof^a. Dr^a. Dejânia Vieira de Araújo.

TANGARÁ DA SERRA
MATO GROSSO
FEVEREIRO – 2020

Luiz Kenji Umeno Alencar CRB 1/2037

A474i ALVES, João Vitor da Silva.
Indução de Resistência a Colletotrichum SP. em Heliconia Psittacorum X Sparthocircinata Cv. Golden Torch Cultivada em Ambiente Sombreado e Pleno Sol / João Vitor da Silva Alves – Alta Floresta/Cáceres/Tangará da Serra, 2020.
58 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim)

Trabalho de Conclusão de Curso
(Dissertação/Mestrado) – Curso de Pós-graduação Stricto Sensu
(Mestrado Acadêmico) Genética e Melhoramento de Plantas,
Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Multicampi,
Universidade do Estado de Mato Grosso, 2020.
Orientador: Dejânia Vieira de Araújo

1. Antracnose. 2. Peroxidase. 3. B-1, 3-Glucanase. I. João Vitor da Silva Alves. II. Indução de Resistência a Colletotrichum SP. em Heliconia Psittacorum X Sparthocircinata Cv. Golden Torch Cultivada em Ambiente Sombreado e Pleno Sol: .

CDU 631.52

**Indução de resistência a *Colletotrichum* sp. em *Heliconia psittacorum* x
sparthocircinata cv. Golden Torch cultivada em ambiente sombreado e pleno
sol**

JOÃO VITOR DA SILVA ALVES

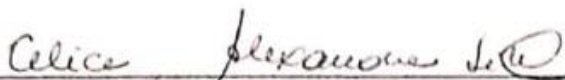
Dissertação apresentada à UNIVERSIDADE DO
ESTADO DE MATO GROSSO, como parte das
exigências do Programa de Genética e
Melhoramento de Plantas para obtenção do título de
Mestre.

Aprovada em 28 de fevereiro de 2020.

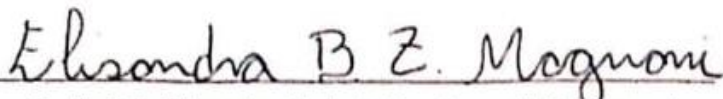
Comissão Examinadora:



Profª. Drª. Dejânia Vieira de Araújo
Orientadora – UNEMAT – Universidade do Estado de Mato Grosso



Profª. Drª. Celice Alexandre Silva
UNEMAT – Universidade do Estado de Mato Grosso



Profª. Drª. Elisandra Batista Zambenedetti Magnani
UNIVAG – Centro Universitário de Várzea Grande

***“Em tudo daí graças, porque esta é a vontade de Deus em
Cristo Jesus para convosco”.
(1 Tessalonicenses 5:18)***

A Deus de misericórdia, por me conceder força e coragem,
a minha mãe Maria Creuza, por sonhar este sonho comigo, pelas orações e amor
incondicional.
Aos meus amigos Fellipe, Mayara, Dayane, Andrielle, Vanessa, Náタリア, Gustavo,
Ellen, Tamires, Weverton, Jéssica, Leonardo, Paula e Gregue pelo apoio,
companheirismo e amizade,
Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por mais uma etapa concluída, por mostrar todo amor e cuidado para comigo durante esse período. Dou-te graças, por me guiar e fortalecer e por colocar na minha vida pessoas especiais que se tornaram familiares.

A minha mãe, Maria Creuza da Silva, por cuidar de mim em oração, por sonhar este sonho comigo, por lutar tanto para o mesmo tornar-se realidade e por sempre acreditar em mim e me incentivar a realizar os meus sonhos. Esta vitória é sua, mãe!

Ao meu amigo Felliipe Bertan, pela amizade construída, por estar presente nos momentos bons e ruins, pelos ensinamentos, incentivos e por me ajudar a ser uma pessoa melhor.

A minha amiga Natália Rodrigues, por despertar em mim o desejo pela pesquisa e por me incentivar na busca deste sonho e ajudar para que ele se concretizasse.

A minha amiga Mayara Coelho, por me ajudar em todos os momentos, pelos finais de semana dentro do laboratório, pelos puxões de orelha e pelos laços de amizade construídos. A meu amigo Gustavo Ferreira, pela amizade construída, apoio e descontrações.

A Vanessa Costa, pelos ensinamentos no laboratório, por me ajudar em todos os momentos que precisei e por ser sempre um ombro amigo.

A toda equipe do Laboratório de Fitopatologia, por estarem comigo quando precisei, pela colaboração durante o desenvolvimento da pesquisa, amizade feita e por tornarem o ambiente de trabalho mais agradável, em especial a Dayane Castro, Andrielle Anjos, Weverton, Ellen, Tiago, Michelle, Bia, Tamires, André, Márcia, Wilton, Eveline.

A Jéssica Moreira, Leonardo Mazzuco, Paula Pinheiro e Gregue Amaral, por serem como família durante esse período, por me ajudarem em todos os momentos e por me apoiarem na realização desse sonho.

Aos meus amigos de turma, em especial a Weslaine, Catiane, Douglas, Dhielda, Marcelo, Bia e Géssica, por tantos sufocos e desafios superados.

A professora Dra. Dejânia Vieira de Araújo, pela orientação, confiança, compreensão, respeito, pelos ensinamentos compartilhados e por me fazer crescer pessoalmente e profissionalmente.

A professora Dra. Celice Alexandre pelas contribuições durante a execução do experimento e participação na banca examinadora.

A professora Dra. Elisandra Batista Zambenedetti Magnani, pela disponibilidade e por ter aceitado participar da banca examinadora.

Aos professores Dr. Ílio Fealho de Carvalho e Dr. Alexandro Cezar Faleiro, pelo auxílio na realização dessa pesquisa e conhecimento compartilhado.

Aos funcionários da UNEMAT que contribuíram para a realização desse trabalho, em especial ao Edilson, Mariana, Gabriela, às tias da limpeza, aos tios da segurança. Deixo aqui a minha gratidão.

Ao programa de Pós Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, por possibilitar essa experiência e por acrescentarem significativamente no meu conhecimento. Aos professores do Programa, em especial às Professoras Dra. Isane Vera Karsburg e Dra. Maurecilne Lemes da Silva Carvalho.

A todos vocês que foram presentes de Deus na minha vida, o meu muito obrigado!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

BIOGRAFIA

João Vitor da Silva Alves – nasceu no dia 03 de Março de 1995 em Recife – PE, Brasil. Filho de Maria Creuza da Silva Alves e Carlos Aderaldo Alves. Concluiu o Ensino Médio no Colégio Estadual Francisca Pereira de Sousa Moraes, na cidade de Fronteiras – PI, no ano de 2012. Licenciado em Ciências Biológicas, em dezembro de 2017 pela Universidade Regional do Cariri (URCA), Unidade Descentralizada de Campos Sales – CE. Bolsista de Monitoria das disciplinas de Bioquímica Estrutural e Metabólica. Voluntário de Iniciação Científica no projeto intitulado “Avaliação microbiológica da água destinada a consumo humano em bebedouros da Universidade Regional do Cariri, Unidade de Campos Sales - CE”. Voluntário de Extensão Universitária no projeto intitulado “Avaliação da incidência de parasitoses intestinais em crianças de escolas públicas em Campos Sales – CE”. Mestrando em Genética e Melhoramento de Plantas pela UNEMAT no período de março de 2018 a fevereiro de 2020.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Origem, distribuição e aspectos botânicos de helicônias.....	3
2.2 Fitossanidade de <i>Heliconia psittacorum</i> x <i>sparthocircinata</i> cv. Golden Torch ...	6
2.3 Aspectos gerais da indução de resistência	9
2.4 Acibenzolar-s-metílico (ASM): indutor abiótico de resistência	10
2.5 <i>Bacillus subtilis</i> : indutor de resistência biótico.....	11
2.6 Proteínas relacionadas à patogênese	12
2.7 Atividade de Peroxidases.....	13
2.8 Atividade de β -1,3-glucanases	14
4. RESULTADOS	21
5. DISCUSSÃO	29
6. CONCLUSÃO.....	34
APÊNDICE	35
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

RESUMO GERAL

ALVES, João Vitor da Silva; M. Sc.; UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO; fevereiro de 2020; **Indução de resistência a *Colletotrichum* sp. em *Heliconia psittacorum* x *sparthocircinata* cv. Golden Torch cultivada em ambiente sombreado e pleno sol.** Professora Orientadora: Dejânia Vieira de Araújo.

Entre as principais doenças que acometem o gênero *Heliconia*, destaca-se a antracnose (*Colletotrichum* sp.) interferindo na produção, no desenvolvimento e na qualidade das flores. Como alternativa de manejo tem-se a indução de resistência utilizando indutores bióticos e abióticos. Dessa forma, o presente estudo teve por objetivo testar indutores de resistência no controle da antracnose em genótipo de *Heliconia psittacorum* x *sparthocircinata* cv. Golden Torch cultivada em ambiente sombreado e a pleno sol e determinar a ativação de enzimas relacionadas à patogênese. Foram utilizados dois indutores de resistência usados em conjunto, um indutor biótico *Bacillus subtilis* e um abiótico o produto Acibenzolar-s-metílico (ASM). O delineamento experimental empregado foi de blocos casualizados, num esquema fatorial 2x2 (duas condições de cultivo [telado nível de sombreamento (50%) e a pleno sol] x duas condições de indução de resistência [com e sem aplicação de indutores]), com três parcelas subdivididas de 3x3m, contendo 9 repetições com 2 perfilhos em cada subparcela para avaliação da severidade da doença e 5 perfilhos em cada subparcela para determinação das proteínas relacionadas à patogênese (PRP's). Para a avaliação da produtividade foi determinada uma área de 2x2m dentro de cada subparcelas. As coletas para análise enzimática de peroxidase, β -1,3-glucanase e proteínas totais iniciaram 24 horas após uma aplicação de indutores e foram coletadas nos tempos de 24, 48, 72, 96 e 120 horas após o tratamento. Os indutores de resistência usados em conjunto atuaram como elicitores na atividade da peroxidase e β -1,3-glucanase, além disso, as plantas cultivadas no ambiente sombreado apresentaram menor severidade e menor Área Abaixo da Curva de Progresso da Severidade (AACPS) quando comparadas com as plantas cultivadas a pleno sol. Nas subparcelas com tratamento os indutores reduziram a severidade da doença, mas não houve interferência para AACPS. Os indutores proporcionaram incrementos na produtividade de hastes florais, sendo de 68,65% nas plantas cultivadas em ambiente sombreado e 26,86% nas cultivadas a pleno sol.

Palavras-chave: antracnose, peroxidase, β -1,3- glucanase.

ABSTRACT

ALVES, João Vitor da Silva; M. Sc.; UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO; fevereiro de 2020; **Resistance induction *Colletotrichum* sp. em *Heliconia psittacorum* x *sparthocircinata* cv. Golden Torch cultivated in shadow and full sun environment.** Professora Orientadora: Dejánia Vieira de Araújo.

Among the main diseases that affect the genus *Heliconia*, the anthracnose (*Colletotrichum* sp.) stands out, interfering in the production, development and quality of flowers. As a management alternative, there is the induction of resistance making use of biotic and abiotic inducers. This way, the present study aimed to test resistance inducers in the control of anthracnose in *Heliconia psittacorum* x *sparthocircinata* cv. Golden Torch grown both in shaded and full sun environment to determine the activation of pathogenesis-related enzymes. Two resistance inducers were used together, a biotic inductor, *Bacillus subtilis* and an abiotic, the product Acibenzolar-s-methyl (ASM). The experimental design used was randomized blocks, in a 2x2 factorial scheme (two cultivation conditions [shaded level screen (50%) and at full sun] x two resistance induction conditions [with and without application of inducers]), with three 3x3m subdivided plots, containing 9 replicates with 2 tillers in each subplot for assessing the severity of the disease and 5 tillers in each subplot for determining pathogenesis-related proteins (PR proteins). For the assessment of productivity, an area of 2x2m was determined within each subplot. The collections for enzymatic analysis of peroxidase, β -1,3-glucanase and total proteins were started 24 hours after application of inducers and were collected 24, 48, 72, 96 and 120 hours after treatment. The resistance inducers used together acted as elicitors in the activity of peroxidase and β -1,3 glucanase, furthermore, the plants grown in the shaded environment showed less severity and less Area Under the Curve of Severity of Disease Progress (AUDPC) when compared with plants grown in full sun. In the subplots with treatment, the inducers reduced the severity of the disease, but there was no interference for AUDPC. The inducers provided increases in the productivity of flower stems, being 68.65% in plants grown in shaded environment and 26.86% in plants grown in full sun.

Keywords: anthracnose, peroxidase, β -1,3-glucanase.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A floricultura tropical é uma atividade que está em ascensão no Brasil; o setor de produção e comercialização de plantas ornamentais apresentou crescimento contínuo nos últimos anos (Graziano, 2002; Loges et al., 2005). De acordo com o Instituto Brasileiro de Floricultura (Ibraflor), a produção de flores no Brasil gera aproximadamente 25 mil empregados diretos e 32 mil indiretos, apresentando um faturamento de R\$ 8,5 bilhões ao ano, com crescimento médio de 8% maior do que o ano anterior (Araújo, 2019).

O gênero *Heliconia*, único pertencente à família Heliconiaceae, apresenta destaque nesse ramo por conter inflorescências com brácteas em diversas formas e cores, exuberância em suas inflorescências, durabilidade pós-colheita e elevado atributo ornamental (Lins e Coelho, 2004; Castro et al., 2011; Cantor et al., 2014).

No estado de Mato Grosso, a distribuição e diversidade desse gênero é ampla, uma vez que a região apresenta condições climáticas favoráveis para o cultivo a pleno sol ou meia sombra (Nascimento et al., 2015). O clima favorável também propicia a disseminação de fungos fitopatogênicos que provocam inúmeras doenças, comprometendo as vias reprodutoras, inflorescências, flores, folhas e pseudocauls (Warumby; Coelho e Lins, 2004).

Entre as doenças mais importantes associadas ao gênero *Heliconia*, destaca-se a antracnose causada pelos fungos do gênero *Colletotrichum*. Essa doença provoca danos em folhas e inflorescência, com manchas de coloração marrom e pequenos pontos escuros que vão coalescendo até necrosar toda a inflorescência (Coelho e Warumby, 2002; Pandey et al., 2012).

Os indutores de resistência podem ser de origem bióticos e abióticos. Os indutores bióticos são organismos vivos, ou partes dos mesmos, que proporcionam processos de defesa, com ação sistêmica ou localizada nos vegetais. Os indutores abióticos podem ser moléculas sintéticas que simulam o sinal do patógeno, ativando genes relacionados à defesa, aumento na produção de metabolitos secundários como compostos fenólicos, fitoalexinas e o ácido salicílico (Athayde –Sobrinho; Ferreira; Cavalcante, 2005).

O processo de indução de resistência consiste na capacidade da planta em atrasar ou evitar a entrada do patógeno e posterior atividade em seus tecidos. Esse

fenômeno inicia-se quando um agente externo (elicitador) se liga a um possível receptor na superfície da célula vegetal e através dele o sinal primário é transmitido para o interior da célula, que ativa os mensageiros secundários amplificando o sinal que regulam a expressão de genes específicos, determinando o desenvolvimento de interações que podem ser compatíveis, ou seja, a planta apresenta a doença, ou incompatíveis quando essa planta apresenta resistência (Leite et al., 1997).

Na indução de resistência, dependendo da rota metabólica ativada, a mesma pode ser classificada como Resistência Sistêmica Adquirida (RSA), que envolve o acúmulo de proteínas relacionadas à patogênese (PRPs) como mecanismo de defesa da planta, tendo como rota de sinalização o ácido salicílico. Por outro lado, quando a rota de sinalização está associada ao jasmonato e etileno, a resistência é denominada como Resistência Sistêmica Induzida (RSI), onde não há o acúmulo de PRPs, sendo o eliciador geralmente um micro-organismo não patogênico (Métraux, 2001).

As proteínas relacionadas à patogênese possuem importância no processo de defesa das plantas. Entre essas proteínas destacam-se a peroxidase, responsável pelo aumento da síntese de lignina que fortalece a parede celular das plantas contra a ação de enzimas líticas produzidas pelos patógenos e a β -1,3-glucanase, que catalisa a hidrólise de carboidratos da parede celular dos fungos, como a Beta-1,3-glucanase (Agrios, 2005).

Diante do exposto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito de indutores de resistência em *Colletotrichum* sp. associado a genótipo de *Heliconia psittacorum* x *sparthocircinata* cv. Golden Torch.

Diante desta perspectiva, a presente pesquisa tem como objetivo testar indutores de resistência biótico e abiótico em *Heliconia psittacorum* x *sparthocircinata* cv. Golden Torch a *Colletotrichum* sp. em plantas cultivadas em ambiente sombreado e a pleno sol, assim como avaliar os seus efeitos sobre a produtividade de hastes florais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Origem, distribuição e aspectos botânicos de helicônias

A origem taxonômica da família Heliconiaceae, iniciou-se a partir da descrição feita por Pulmier em 1703 na sua obra intitulada “*Nova Plantarum Americanarum Genera*”. Na obra, o autor nomeia o gênero de *Bihai*, em virtude da denominação dada às bananeiras da América do Sul. Posteriormente, Linnaeus, considerou as descrições feitas por Pulmier como sendo a mesma espécie, passando a chamá-las de *Musa bihai*. Em 1771, Linnaeus estabelece o nome do gênero de *Heliconia*, numa referência ao Monte Helicon na Grécia Central e rebatizou *Musa bihai* como *Heliconia bihai* (Smith, 1968; Castro, 1995; Kress; Betancur; Echeverry, 1999).

Nativas das Américas, as Heliconiaceae estão distribuídas desde o Trópico de Câncer, no México, estendendo-se ao Trópico de Capricórnio, na América do Sul, incluindo o Caribe (Berry e Kress, 1991). Inicialmente, pertenciam à família Musaceae, contudo, por apresentarem características próprias como flores invertidas, estigma captado, um óvulo por lóculo e semente sem arilo, a mesma passou a compor a família Heliconiaceae a qual pertence à ordem Zingiberales (Nakai, 1941; Berry e Kress, 1991).

No que concerne ao número de espécies, estima-se que o gênero possua 250 espécies descritas, no entanto, estudos baseados em trabalhos publicados entre 1880 e 2002, conseguiram a identificação de 182 espécies (Berry e Kress, 1991; Castro et al., 2007, Braga, 2014). Contudo, a identificação exata das espécies desse gênero torna-se complexa por diversos fatores como: ampla distribuição geográfica; pesquisas recentes e resultados poucos conclusivos; análise incompleta por taxonomistas nos materiais coletados e herborização do material vegetal dificultosa (Castro e Graziano, 1997).

Segundo levantamentos e estudos referentes a descrições das espécies realizados nos últimos anos, no Brasil, há 34 espécies nativas de helicônias (Castro e Graziano, 1997; Castro et al., 2007). O estado de Mato Grosso apresenta ampla distribuição e diversidade morfológica das espécies de helicônia, sendo relatada a ocorrência de nove espécies pertencentes ao gênero *Heliconia* spp: *Heliconia psittacorum*, *H. rostrata*, *H. episcopalis*, *H. marginata*, *H. subulata*, *H. acuminata*, *H.*

hirsuta, *Heliconia densiflora* e *H. stricta*. As duas últimas citadas são consideradas as primeiras a serem registradas para o estado. Ademais, Mato Grosso apresenta condições favoráveis para o cultivo delas (Braga, 2014; Nascimento et al., 2015).

No Brasil, as espécies do gênero *Heliconia* são vulgarmente conhecidas por várias denominações, como: bananeira-de-jardim, bananeirinha-de-jardim, bico-de-guará, falsa-ave-do-paraíso, bico-de-papagaio ou paquevira (Castro, 1995).

Além do alto potencial econômico e importância ornamental, as Heliconiaceae exercem importante papel ecológico nos ecossistemas, pois são fonte de néctar para espécies de beija-flores e morcegos que são seus polinizadores exclusivos nos trópicos. Além disso, são pioneiras nos processos de regeneração natural da vegetação e restauração de solo degradado e sustentam relações coevolutivas com outras espécies da flora e fauna (Lamas, 2004; Berry e Kress, 1991).

As helicônias são plantas monocotiledôneas herbáceas, perenes e rizomatosas, tendo seus caules subterrâneos que se desenvolvem horizontalmente, chamados de rizomas, os mesmos, podem apresentam-se próximos ou afastados ao pseudocaule da planta de origem (Costa, 2005; Costa et al., 2009).

Apresentando porte ereto, as plantas desse gênero podem alcançar de 50 cm a 10 m de altura (Silva et al., 2015). Quanto a sua forma de crescimento, as helicônias são classificadas quanto à disposição de suas folhas na planta (Figura 1), tais como: Musóides, quando as folhas são orientadas verticalmente em relação ao pseudocaule, pecíolos longos, hábito de crescimento semelhante às bananeiras; Canóides, quando apresentam pecíolo curto ou de médio alongamento, com posição oblíqua à haste; Zingiberóides, apresentando folhas em um posicionamento mais horizontal, pecíolos curtos (Berry e Kress, 1991).

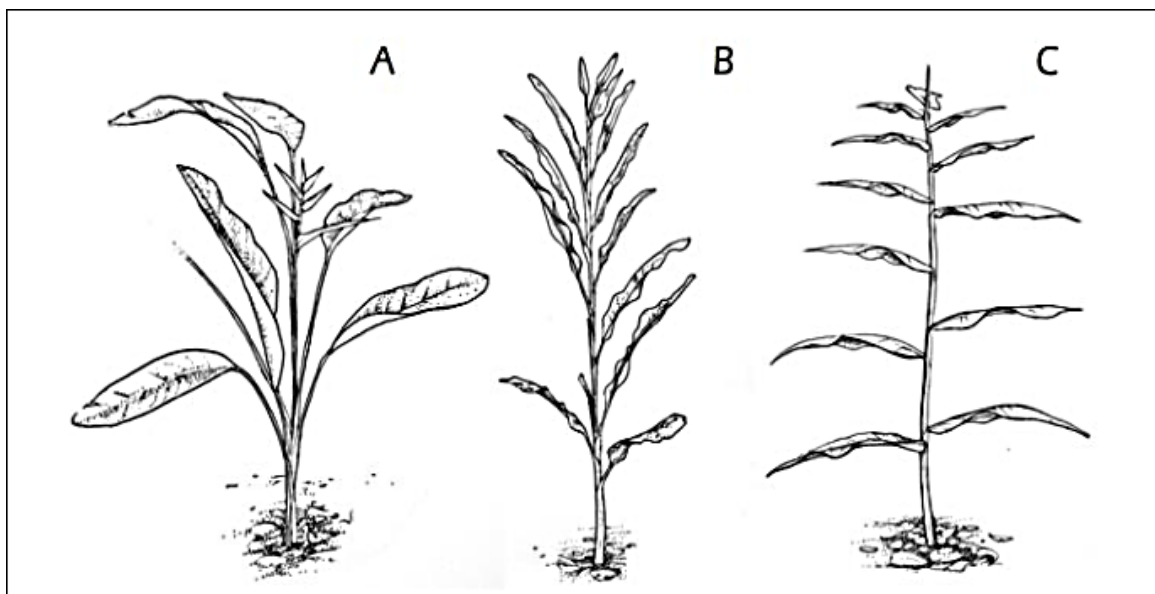


Figura 1. Hábitos de crescimento de helicônias: A) musóide; B) canóide; C) zingiberóide. Fonte: Karl Mokross.

Quanto à disposição das inflorescências podem ser classificadas como ereta ou pendente, formadas por brácteas arranjadas disticamente ou em espiral. As brácteas, estrutura de valor comercial, são folhas modificadas que apresentam tamanho, formato, coloração, textura, número entre outras características, que variam muito, além disso, as brácteas se unem por meio da ráquis e podem estar dispostas em um plano ou em mais de um devido à torção da ráquis, conferindo uma forma espiralada (Berry e Kress, 1991) (Figura 2).

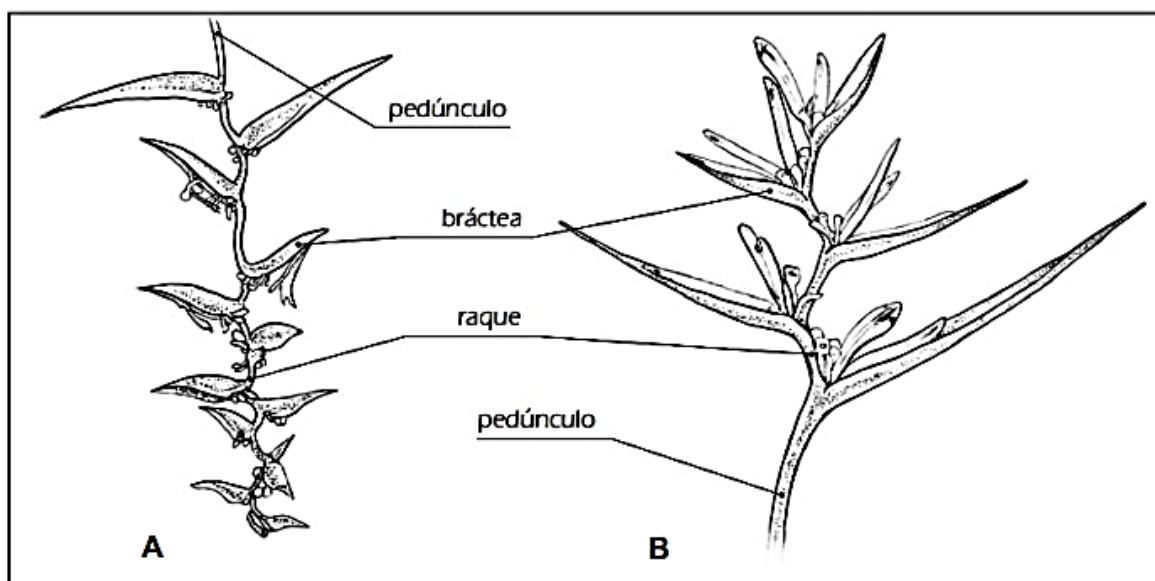


Figura 2. Posição das inflorescências de Helicônias: (A) pendente e (B) ereta e o arranjo das brácteas pode ser espiralado (A) ou plano (B). Fonte: Karl Mokross.

A propagação das helicônias se dá de forma sexuada, por meio de sementes ou assexuada, por rizomas. A propagação via semente torna-se inviável em locais com escassez de polinizadores específicos e inadequada quando se quer manter características fenotípicas, além do mais, grande parte das espécies do gênero *Heliconia* é autoincompatível, sendo necessária a transferência de pólen entre espécimes, contudo, a fertilização cruzada geralmente é malsucedida entre as espécimes (Montgomery, 1986; Criley, 1988; Nascimento et al., 2015).

O método de propagação vegetativa (assexuada), por rizomas, é comumente utilizado pelos produtores, tal estrutura apresenta função de nutrientes e água, conferindo resistência às condições adversas (Rundel et al., 1998). Outro método utilizado é a propagação via cultura de tecidos através das sementes, a qual pode se obter variabilidade genética e assim selecionar genes de interesse comercial (Jorge, 2012; Araújo et al., 2015).

2.2 Fitossanidade de *Heliconia psittacorum* x *sparthocircinata* cv. Golden Torch

Assim como qualquer exploração de plantas ornamentais, o cultivo de *Heliconia* cv. Golden Torch também está propício ao ataque de doenças de importância econômica (Lemos et al., 2006). Como não há produtos fitossanitários registrados para o controle de doenças em ornamentais tropicais no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), muitos produtores acabam utilizando defensivos agrícolas de forma indevida, e conseqüentemente provocando danos ao meio ambiente e à saúde humana (Sobrinho, 2008).

Condições como temperatura e umidade relativa são favoráveis para o cultivo de plantas tropicais, contudo, essas condições aumentam a exposição das plantas ao ataque de agentes patogênicos, propiciando a ocorrência de doenças fúngicas, as quais afetam rizomas, pseudocauls, folhas, flores e inflorescências, tornando o produto comercial, as hastes florais, impróprias para a comercialização (Warumby; Coelho e Lins, 2004; Ghini, 2011).

Entre as doenças fúngicas que mais acometem a *Heliconia* cv. Golden Torch destaca-se a antracnose causada por espécies do gênero *Colletotrichum*. Considerada uma doença de parte aérea, provoca danos que afetam folhas e inflorescências com pontuações escuras (Figura 3) e a presença de uma massa de esporos alaranjada característica desse gênero (Lins e Coelho, 2004; Barguil et al.,

2005).

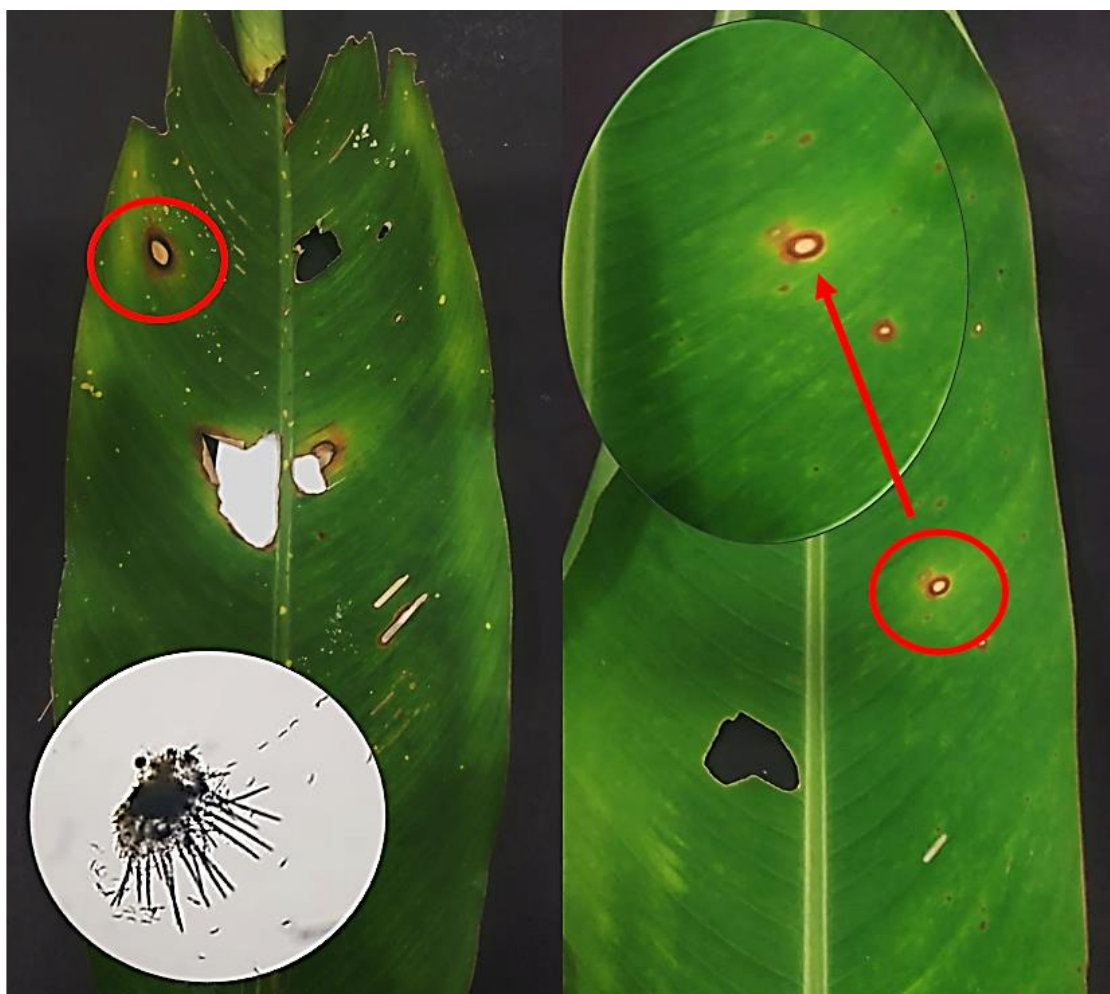


Figura 3. Sintomas da antracnose em *Heliconia psittacorum* x *sparthocircinata* cv. Golden Torch, causada pelo fungo pertencente ao gênero *Colletotrichum*.

Os fungos do gênero *Colletotrichum* são fitopatógenos importantes nas regiões tropicais e subtropicais, capazes de atacar as plantas em todas as fases do seu desenvolvimento, pois apresentam fácil disseminação que pode ocorrer de uma planta para outra ou por diversos agentes disseminadores (Menezes, 2006).

Classificados como fungos filamentosos, esse gênero apresenta duas fases sexuais: a anamórfica, fase assexual (*C. gloeosporioides*), e a teleomórfica, fase sexual *Glomerella cingulata* (Stonem). Em sua fase anamórfica, o *C. gloeosporioides* produz conídios hialinos e unicelulares no interior dos acérvulos subepidérmicos que são formados sobre a base estromática subcuticular. Após a maturidade, a cutícula rompe-se ocorrendo a formação dos conidióforos e setas, que por meio dos respingos de água podem se disseminar (Rezende et al., 2005; Menezes, 2006).

Além da antracnose, outras doenças causadas por fungos podem atacar plantas do gênero *Heliconia* provocando manchas e lesões em folhas e inflorescências (*Bipolaris* spp., *Cercospora* sp., *Curvularia lunata*, *Glomerella cingulata*, *Guignardia* sp. e *Deighthoniella torulosa*), podridão de rizomas e raízes (*Rhizoctonia solani* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*) e mancha de pestalotiopsis (*Pestalotiopsis pauciseta*) (Lins e Coelho, 2004; Castro, 2007; Serra e Coelho, 2007; Castro et al., 2008; Silva, 2018).

Em estudo feito por Escolana et al. (1992), relatou-se na Venezuela, a ocorrência de uma nova doença em inflorescências de *Heliconia* cv. Golden Torch, causada pelo fungo *Myrothecium* sp. Outras espécies de fungos também foram citadas por Madriz et al. (1991), provocando enfermidades em espécies de helicônia na Venezuela, como *Phyllosticta musae*, *Glomerella cingulata*, *Alternaria alternata*, *Gloeosporium musarum*, *Colletotrichum musae*, *Guignardia musae*, *Curvularia* sp., *Fusarium oxysporum*, *Mycosphaerella musicola*, *Drechslera musae-sapientum* e *Pestalotiopsis* sp.

Aspecto de resistência pôde ser observado em *Heliconia* cv. Golden Torch em estudo realizado por Castro et al. (2010), onde verificaram resistência à murcha de fusário causada pelo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, além de cultivar Golden Torch as espécies de *Heliconia* *bihai*, *H. psittacorum* cv. Golden Torch Adrian, *H. rostrata*, *H. stricta* cv. Capri, *H. psittacorum* cv. Sassy e *H. caribea* também foram consideradas resistentes.

Verificando fontes de resistências a *Pestalotiopsis* em helicônia, Serra e Coelho (2007), constataram que o híbrido *H. psittacorum* x *H. sparthocircinata* cv. Golden Torch mostrou-se moderadamente resistente, apresentando apenas lesões pequenas nos pontos inoculados com *Pestalotiopsis pauciseta*. Coelho e Warumby (2004), concluíram que as inflorescências de *H. psittacorum* cv. Golden Torch mostram-se resistentes a *C. gloeosporioides*, diferentes de suas folhas que são consideradas suscetíveis, esta diferença pode ser explicada devido à diferença de tecidos entre brácteas e folhas.

Apesar dos estudos sobre fitossanidade de plantas ornamentais serem objetos de estudo nos últimos anos, estas informações sobre o gênero *Heliconia* ainda são escassos, principalmente específicos para o *Heliconia* cv. Golden Torch (Almeida; Junior; Imemes, 1997; Pitta, 1999; Lemos; Ribeiro; Souza, 2006).

No combate às doenças que atacam as flores tropicais, algumas medidas de controle são descritas na literatura, como sistema de plantio, irrigação, práticas de manejo e adubação, o uso de produtos de controle químico entre outros, contudo, na maioria das vezes, não apresentam eficiência (Coelho e Warumby, 2002; Coutinho, 2006).

Diante disso, medida de controle como a indução de resistência torna-se uma alternativa no combate às principais doenças que acometem as flores tropicais, tendo em vista que este método alternativo de controle destaca-se pela redução da dependência de produtos químicos e pela possibilidade, em algumas culturas, da utilização de cultivares com alto potencial agrícola e com resistência reduzida a determinados patógenos (Metraux, 2001; Bonaldo et al., 2005).

2.3 Aspectos gerais da indução de resistência

A indução de resistência configura-se como um fenômeno no qual a planta expressa aumento na sua capacidade de resistência, pela ativação de mecanismos de defesa latentes em resposta a estímulos ambientais específicos, a agentes bióticos ou abióticos (Hammerschmidt e Dann, 1997; Bonaldo; Pascholati; Romeiro, 2005).

A capacidade da planta em expressar a sua defesa rapidamente, não ocorre somente contra patógenos virulentos ou pragas, mas também pode ocorrer após um tratamento com um agente indutor (Hammerschmidt, 2007). Os indutores de resistência sejam de origem biótica ou abiótica, capazes de induzir ou ativar qualquer resposta de resistência nas plantas são denominados de elicitores, estes por sua vez, podem apresentar natureza química variada, como glicoproteínas, oligopeptídeos, oligossacarídeos e ácidos graxos (Smith, 1996; Stangarlin et al., 1999).

De acordo com a rota de sinalização que leva à expressão das defesas, a indução de resistência pode ser dividida em Resistência Sistêmica Adquirida (RSA) e Resistência Sistêmica Induzida (RSI), ambas são fenômenos distintos caracterizados pela via de sinalização e tipo de agente indutor que resulta na expressão de resistência contra patógenos (Sticher; Mauch-Mani; Métraux, 1997; Van Loon; Bakker; Pieterse, 1998; Vallad e Goodman, 2004).

A RSA tem a sua ativação mediada pela exposição da planta a micro-organismos patogênicos ou não, e ainda por indutores químicos como o ácido

salicílico, 2,6-dicloroisonicotínico e o Acibenzolar-s-metílico (ASM). O aparecimento de necroses localizadas é uma das principais características da RSA, contudo, estas necroses também podem indicar resposta de hipersensibilidade ou uma lesão provocada por um patógeno virulento (Sticher; Mauch-Mani; Métraux, 1997).

É importante salientar que a RSA requer o ácido salicílico na sua via de sinalização para que possa expressar as proteínas relacionadas à patogênese (PRPs) local ou sistematicamente. Por outro lado, a RSI não está associada com a formação de lesões necróticas locais, ao acúmulo de proteínas relacionadas à patogenicidade e sua rota de sinalização é regulada pelo jasmonato e etileno (Sticher; Mauch-Mani; Métraux, 1997; Pieterse et al., 1998).

Diante disso, a indução de resistência tem sido uma alternativa no controle de doenças por meio da ativação de mecanismos latentes que já foram estudados apresentando resultados positivos por meio de compostos bioativos presentes em extratos de plantas (Bettiol e Stadnik, 2001); exopolissacarídeos bacterianos (Castro e Bach, 2004); preparações de leveduras e raças avirulentas de patógenos (Stadnik; Bettiol, 2000; Monot et al., 2002). Além destes, produtos químicos também podem ativar os mecanismos de defesa em planta como o ácido salicílico (Hwang et al, 1997); Acibenzolar-s-Metil (ASM) (Gorlach et al., 1996), ácido jasmônico (Baldwin, 1998; Cipollini, 2002) e metil jasmonato (Heijari et al, 2005).

2.4 Acibenzolar-s-metílico (ASM): indutor abiótico de resistência

O ASM conhecido comercialmente como Bion® Actigard® é o Ester-S-Metil do ácido benzo-(1,2,3)-triadiazole-7-carbotióico, que vem sendo apontado como um dos mais promissores indutores de resistência (Oostendorp et al., 2001). Sendo o primeiro indutor de resistência liberado para uso comercial, o ASM é um dos elicitores mais usados no combate a doenças de plantas, pois além de ser um produto de baixa toxicidade e sistêmico, o mesmo possui rápida absorção e translocação na planta (Resende et al., 2000; Oostendorp et al, 2001).

Em se tratando de indutores abióticos, o ASM age de forma sistêmica na indução de resistência fornecendo proteção a uma variedade de patógeno, mas não apresenta propriedades antimicrobianas devendo ser aplicado na parte aérea das plantas de forma preventiva (Brito, 2009; Mapa, 2015). Tal composto atua de forma

semelhante ao ácido salicílico (AS) na sinalização endógena na RSA aumentando a atividade de enzimas envolvidas na resistência das plantas (Oostendorp et al., 2001; Iriti; Mapelli; Faoro, 2007; Macagnan, 2007; Pascholati et al., 2010; Brito, 2009).

Diversos autores relataram sobre a rápida ação do ASM seguida de uma degradação na mesma velocidade, em virtude desta ação, inúmeros trabalhos estão sendo desenvolvidos demonstrando a eficácia do ASM na indução de resistência nas plantas como frutíferas, hortaliças, leguminosas e flores ornamentais (Vallad e Godman, 2004; Guimarães, 2007; Silva, 2007; Huang, 2012; Gurgel et al., 2014; Silva, 2018).

A eficácia do ASM também foi comprovada por Morris et al. (1998), ao avaliarem durante 40 dias os níveis de doença em sementes de milho tratadas com ASM e, posteriormente, em plantas cultivadas em solo contaminado com *Peronosclerospora sorghi* e constataram que o ASM foi eficaz na redução da doença com a ativação de mecanismos de defesa nas plantas. Araújo et al. (2005), estudando a ação do ASM, observaram que houve um atraso no desenvolvimento da doença e redução de sua severidade. Kuhn (2007) observou a redução do crestamento bacteriano a partir da indução de resistência em feijão, usando o ASM e *B. cereus*.

2.5 *Bacillus subtilis*: indutor de resistência biótico

As bactérias pertencentes ao gênero *Bacillus*, geralmente são encontradas no solo mais especificamente na rizosfera (Lana Filho; Ferro; Pinho, 2010; Grigoletti Júnior; Santos; Auer, 2000). Algumas espécies do gênero como *B. subtilis*, tem sido usado comercialmente para o biocontrole de doenças de plantas (Yao et al., 2006).

O biocontrole proporcionado por *B. subtilis* pode ser de natureza direta ou indireta. O antagonismo direto compreende mecanismos de antibiose, como a síntese de substâncias antimicrobianas, a competição por espaço e nutrientes e a síntese de compostos voláteis. O mecanismo indireto é caracterizado pelo fenômeno de Resistência Sistêmica Induzida (RSI) (Lana; Ferro; Pinho, 2010).

Diversos trabalhos relatam a ação de *Bacillus subtilis* no estímulo de síntese de isoenzimas associadas à patogênese, como as do grupo peroxidase e fenilalanina amônio liase (Sbalcheiro; Denardin; Brammer, 2009; Martins et al., 2013). Tal feito ocorre devido à capacidade que *B. Subtilis* possui de sintetizar moléculas que atuam

como elicitores da RSI, proporcionando a sistemicidade da resposta de defesa contra patógenos (Ryu et al., 2004; Ongena et al., 2007).

Efeito positivo do uso de *B. subtilis* na indução de resistência foi observado por Kavitha; Jonathan; Umamaheswari (2007) na cultura da beterraba, onde verificaram o aumento da atividade de enzimas relacionadas à defesa das plantas tratadas com a bactéria no controle de *M. incognita*. Ongena et al. (2007), também verificaram o efeito de *B. subtilis* na síntese de lipopeptídeos da família das surfactinas e fengicinas que atuam no processo de ativação da RSI em plantas de feijão.

2.6 Proteínas relacionadas à patogênese

As proteínas relacionadas à patogênese (PRPs) são um grupo de proteínas encontrado nas plantas e tóxicas na invasão de patógenos. Estão distribuídas nas plantas em pequenas quantidades tendo sua produção elevada após o ataque de algum patógeno ou estresse como salinidade, injúria, seca, tratamento com elicitores endógenos e exógenos ou reguladores do desenvolvimento vegetal (Agrios, 2005).

Essas proteínas (PRPs) foram observadas pela primeira vez em 1970 em folhas de *Nicotiana tabacum* var. Samsun NN mediante a reação de hipersensibilidade (RH) ao vírus do mosaico do fumo (TMV). Durante a RH, ocorre o dano celular e a morte do tecido elevando a concentração de ácido abscísico (ABA) e etileno na planta (Van Loon et al., 2006).

As PRPs são consideradas uma das principais armas de defesa da planta aos diversos patógenos. Estas possuem propriedades bioquímicas específicas, sendo em grande parte monômeros de baixo peso molecular (8 a 50 kDa), estáveis em baixo pH (<3), permanecendo solúveis enquanto que outras proteínas desnaturam-se (Edreva, 2005; Van loon e Van Strien, 1999; Stintzi et al., 1993).

A indução de resistência ocorre mediante os compostos como o ácido salicílico, etileno, xilanases, polipeptídeos sistêmicos e ácido jasmônico, entre outros. As moléculas de sinalização que induzem as PRPs podem ser transportadas para outras partes da planta, o que resulta em uma redução da iniciação da doença e da intensidade nas partes atacadas por vários dias ou mesmo semanas (Agrios, 2005).

O papel das PRPs contra os micro-organismos patogênicos se dá de forma direta ou indireta. Na ação direta, ocorre a inibição do crescimento do patógeno ou da

germinação dos esporos. Grande parte das PRPs possui maior importância na ação indireta, pois atuam no processo de indução de resistência, como na ação preventiva contra penetração dos patógenos, por ação oxidativa de componentes da parede celular vegetal por meio de peroxidases (PR-9), ou envolvimento na transdução de sinais durante a interação patógeno-hospedeiro. Um número pequeno de famílias das proteínas-RP possui atividade enzimática como pode ser observado para glucanases (PR-2), quitinases (PR- 3, PR-8, PR-11), peroxidases (PR-9), ribonucleases (PR-10) e (PR-4), ou ação inibitória pela atividade de inibidores enzimáticos (PR-6) (Stangarlin et al., 2011).

2.7 Atividade de Peroxidases

As peroxidases são um grupo de enzimas de maior estudo na indução de resistência por apresentarem importância nos processos de defesa vegetal que inclui reação de hipersensibilidade, lignificação, suberização e produção de fitoalexinas (Nicholson e Hammerschmidt, 1992; Cavalcanti et al., 2005).

O aumento na atividade de peroxidase está diretamente relacionado à redução da severidade da doença, como a síntese de lignina, onde os álcoois de fenilpropano são unidos em um polímero pela ação dessa enzima, que catalisa a oxidação desses álcoois, gerando radicais livres intermediários que se associam de forma não enzimática em uma disposição ao acaso para formar lignina (Cavalcanti et al., 2005; Taiz e Zeiger, 2009).

Além de exercerem participação na formação de lignina, as peroxidases atuam nos vegetais na síntese do etileno (Ishige et al., 1993), na oxidação de compostos fenólicos que são acumulados nas plantas em respostas as infecções (Fry, 1986) e na oxidação do ácido indolil – 3 – acético (AIA) (Hoaglan, 1990).

Mudanças na atividade de peroxidases têm sido associadas a respostas de resistência ou suscetibilidade em diferentes patossistemas (Stangarlin et al., 2011). Estudos sobre a dinâmica da indução de genes de peroxidases quando a planta é desafiada pelo patógeno, têm apontado que os genes são induzidos mais rapidamente e em alto nível nas interações com plantas resistentes do que nas interações em plantas suscetíveis (Chittoor; Leach; White, 1997; Thordal-Christensen et al., 1992).

2.8 Atividade de β -1,3-glucanases

As β -1,3-glucanases são enzimas presentes nas plantas, bactérias, fungos, algas e alguns invertebrados (Cutt e Klessig, 1992; Markovich e Kononova, 2003; Kuhn, 2007). Pertence à família PR-2, sendo isoladas de diferentes plantas induzidas por agentes bióticos e abióticos (Stintzi et al., 1993).

São enzimas que hidrolisam polímeros de β -1,3-glucana, composto esse, que juntamente com a quitina, são os principais componentes que dão resistência a parede celular dos fungos (Cornelissen e Melchers, 1993). A atividade de β -1,3-glucanase foi demonstrada pela primeira vez por Kauffman et al. (1987) em proteínas-RP de fumo.

Grande parte das β -1,3-glucanases possuem atividade de endoglucanase, cujo produto da reação são oligômeros de duas a seis unidades de glicose pela hidrólise do substrato β -1,3-glucana, como exemplo a laminarina (Bol; Linthorst; Cornelissen, 1990).

Sendo um dos maiores componentes da parede celular de muitos fungos, as β -1,3-glucanases têm a capacidade de degradação, liberando da parede celular do patógeno compostos como glucanas, mananas e oligômeros formados de N-acetilglucosamina, os quais ativam o sistema de defesa da planta (Darvil e Albersheim, 1984; Hammerschmidt; Nucle; Kuc, 1999).

As β -1,3-glucanases juntamente com as quitinases, representam hidrolases antifúngicas, as quais atuam sinergisticamente para inibir o crescimento fúngico. Além disso, β -1,3-glucanases liberam fragmentos glicosídicos, tanto do patógeno, quanto da própria parede celular da planta, os quais podem atuar como elicitores de defesas do hospedeiro (Cutt e Klessig, 1992).

No combate ao ataque de patógenos, a ação de β -1,3-glucanases pode ser aumentada mediante os tratamentos com indutores de resistência em diversas espécies vegetais, sejam estes de origem biótica ou abiótica (Cavalcanti et al., 2006; Cavalcanti et al., 2008).

No processo de indução de resistência, a β -1,3-glucanases é sintetizada e excretada para a lamela média (espaço intercelular), e, com o crescimento fúngico neste espaço, esta enzima começa a degradar o tecido da parede celular do fungo, e os fragmentos liberados pela ação da enzima funcionam como exoelicitores, induzindo

a síntese de grande quantidade de quitinases e β -1,3-glucanases que são acumuladas nos vacúolos. A partir do momento em que o fungo consegue penetrar na célula, os vacúolos são rompidos e ocorre a liberação de grande quantidade destas enzimas reprimindo a ação do patógeno (Mauch e Staehelin, 1989).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Banco de Germoplasma de Flores Tropicais da Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado (UNEMAT), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieller e nos Laboratórios de Fitopatologia, Microbiologia e de Biologia Celular e Molecular do Centro de Pesquisa, Estudos e Desenvolvimento Agroambientais (CPEDA) do mesmo Campus. A Instituição localiza-se na rodovia MT 358, km 7, município de Tangará da Serra, com as seguintes coordenadas: 400 m de altitude, 14°39'53"S e 57°25'46"W.

A precipitação, temperatura e umidade foram monitoradas durante a condução do experimento e estão apresentadas na Figura 4. Os dados foram fornecidos pelo Laboratório de Agrometeorologia do Centro Tecnológico de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto - CETEGEO – SR, da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.

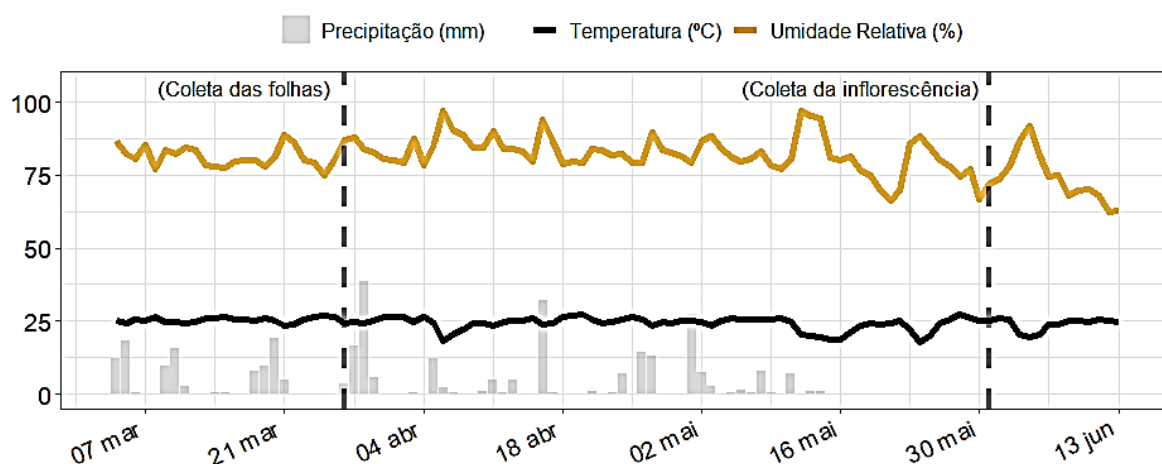


Figura 4. Precipitação (mm), Temperatura Média (°C) e Umidade Relativa do Ar (%) monitorada de março a junho de 2019, período de execução do experimento. As linhas pontilhadas no gráfico indicam o momento de coleta no período vegetativo e reprodutivo respectivamente.

Para a realização desta pesquisa foi selecionado o acesso 22 da coleção do BAG de Flores tropicais (*Heliconia psittacorum* x *spathocircinata* cv. Golden Torch) (Figura 5). O delineamento experimental empregado foi de blocos casualizados, num esquema fatorial 2x2 (duas condições de cultivo [telado nível de sombreamento (50%) e a pleno sol] x duas condições de indução de resistência [com e sem aplicação de indutores]), com três parcelas subdivididas de 3x3m, contendo 9 repetições com 2

perfilhos em cada subparcela para avaliação da severidade da doença e 5 perfilhos em cada subparcela para determinação das proteínas relacionadas à patogênese (PRP's). Durante todo o experimento as plantas foram irrigadas três vezes por semana, sendo o sistema de irrigação por microaspersão.



Figura 5. Acesso de *Heliconia psittacorum* x *sparthocircinata* cv. Golden Torch cultivado em ambiente com telado com 50% de sombreamento (A) e a pleno sol (B) no Banco Ativo de Germoplasma da UNEMAT, Tangará da Serra – MT.

Nas parcelas que receberam os tratamentos, os indutores foram aplicados no início do estágio vegetativo com reaplicações a cada 15 dias até o pleno desenvolvimento reprodutivo, encerrando-se quando as hastes florais estavam totalmente formadas e as brácteas em ponto de colheita, totalizando oito aplicações.

Foi utilizado um indutor biótico, composto por *Bacillus subtilis*, e um indutor abiótico, composto por Acibenzolar-S-methyl, aplicados juntos. Os tratamentos consistiram em T0 – testemunha (sem aplicação de indutores) e T1 – Indutor biótico (*Bacillus subtilis* 1×10^9 ufc mL⁻¹) + indutor abiótico (Acibenzolar-S-methyl [ASM] 0,4 gL⁻¹). A utilização dos indutores em conjunto foi com base nos resultados obtidos por Silva (2018).

No presente trabalho, não houve inoculação do patógeno agente causal da antracnose (*Colletotrichum* sp.), tendo em vista que a pesquisa foi realizada no Banco de Germoplasma de Flores Tropicais da UNEMAT, onde as espécies presentes ainda estão em estudo, diante disso, a doença ocorreu de forma natural.

Severidade da antracnose em Heliconiaceae

A severidade da doença foi avaliada durante todo o desenvolvimento da cultura até a colheita em intervalos de 14 dias (duas semanas). Foram atribuídas notas por meio da escala proposta por Abreu (2006) adaptada, sendo nota 1 - plantas

assintomáticas; nota 2 - 15% da superfície foliar com sintomas, nota 3 - plantas com 16% a 45% da superfície foliar com sintomas e nota 4 - plantas com mais de 45% da superfície foliar com sintomas. Para avaliação da severidade da doença, foi selecionada a folha localizada no terço médio.

A área abaixo da curva de progresso da severidade da doença (AACPS) foi calculada a partir dos dados da severidade (Campbell e Madden, 1990). A AACPS é calculada por meio da fórmula $AACPS = \sum [(y_1 + y_2)/2] \cdot (t_2 - t_1)$, onde y_1 e y_2 são duas avaliações consecutivas realizadas nos tempos t_1 e t_2 , respectivamente (Shaner e Finney, 1977).

Os resultados das variáveis severidade e AACPS foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas utilizando-se o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade utilizando o software Sisvar 5.6 (Ferreira, 2011).

Coleta do material vegetal para análise enzimática

As coletas para análise enzimática de peroxidase, β -1,3-glucanase e proteínas totais iniciaram 24 horas após uma aplicação de indutores nos períodos vegetativos e reprodutivos, as mesmas ocorreram pela manhã, entre 6h e 7h. Foram realizadas cinco coletas nos tempos de 24, 48, 72, 96 e 120 horas após o tratamento (HAT).

As amostras coletadas foram envolvidas individualmente em papel alumínio identificado e mergulhado em nitrogênio líquido, depois acondicionado em sacos plásticos e armazenado em deep freezer a -80°C até a realização das análises enzimáticas.

Determinação da atividade de peroxidase e β -1,3 glucanase

O extrato enzimático para determinar a atividade de peroxidase e β -1,3-glucanase foi obtido pela maceração de 0,75g de folhas e brácteas em nitrogênio líquido, seguido de homogeneização em 3 mL da solução de extração composto de tampão de acetato de sódio 20mM (pH 5,0). O homogeneizado foi centrifugado a 9.000 g (giros) por 5 minutos a temperatura ambiente e o sobrenadante foram utilizados para as análises (adaptado de Gurgel et al., 2017).

Para a determinação da atividade de peroxidases foram adicionados em tubo de ensaio (quadruplicata) 25 uL de guaiacol 0,02M, 250 uL de peróxido de hidrogênio 0,38 M e 1 mL de tampão de acetato de sódio 0,2 M (pH 5,2) e 25 uL do extrato enzimático. Para o branco, o extrato enzimático foi substituído pelo mesmo volume de água destilada. As leituras de absorbância foram realizadas em espectrofotômetro Femto a 470 nm, a cada um minuto durante três minutos (adaptado de Gurgel et al., 2014).

A atividade de β -1,3-glucanase foi determinada por meio dos açúcares redutores liberados pela hidrólise da laminarina (Vogelsang e Barz, 1993). Em tubos de ensaio (quadruplicata) foram adicionados 1 μ L do extrato enzimático, 40 μ L de tampão acetato de potássio 0,1M (pH 4.8) e 40 μ L de laminarina (15 mg/mL). Na amostra controle, foi adicionado 1 μ L água destilada no lugar do extrato enzimático, posteriormente os mesmos foram incubados a 40 ° C por 1 hora. Após este período, foram adicionado 4 mL de solução hidrazida do ácido p hidroxibenzoico – HAPHB. Em seguida, essa mistura foi aquecida a 100°C durante 5 minutos e posteriormente, resfriada em banho de gelo (adaptado de Gurgel et al., 2017). As leituras espectrofotométricas foram realizadas a 410 nm e comparadas com os padrões de glicose. A quantidade de açúcares redutores formados foi quantificada pela curva padrão de concentrações de glicose ($Y=0,1716X-0,0104$), onde Y é a absorbância a 410 nm e X a concentração de açúcares redutores (mg) e os resultados expressos em mg de glicose.min⁻¹ mg⁻¹ de proteína (Apêndice).

Proteína total

Na determinação de proteína total usou-se o método de Bradford (1976). Foram adicionados aos tubos de ensaio (quadruplicatas) 100 uL do extrato enzimático e 1 mL do reagente de Bradford. Em seguida, a solução foi incubada por 15 minutos à temperatura ambiente, fez-se a leitura a 595 nm em espectrofotômetro U.V. A curva-padrão utilizada foi proposta por Silva (2018) por meio da equação: $y = 15,05x + 0,0003$ ($R^2 = 0,9919$) e os resultados de proteína total expressos em miligramas por mL.

Avaliação de produtividade de hastes florais

Para a avaliação da produtividade foi determinada uma área de 2x2m dentro de cada subparcela, na qual foi quantificado o total de hastes que apresentavam o ponto de colheita (quando apresentavam de duas a três brácteas abertas). A produtividade total das subparcelas foram em números de hastes florais por hectare.

4. RESULTADOS

Houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) em relação à condição de cultivo para as variáveis Severidade e Área Abaixo da Curva de Progresso da Severidade da Doença (AACPS), houve também significância para aplicação de indutores na variável severidade. Para a interação condição x indutores, não houve efeito significativo (Tabela 1).

Tabela 1. Severidade e AACPS da antracnose em *Heliconia psittacorum* x *sparthocircinata* cv. Golden Torch.

FV	GL	QM	
		Severidade	AACPS
Bloco	8	0,21	126349,55
Condição (C)	1	3,15**	1410156,25**
Indutor (I)	1	1,64*	41860,50 ^{ns}
Cxl	1	0,28 ^{ns}	44589,69 ^{ns}
Erro	24	0,23	120889,28
Média Geral	-	3,17	2206,59
CV	-	15,19	15,76

^{ns}Não significativo, ** Significativo a 1% de probabilidade de erro e *Significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo Teste F.

Analisando a condição de cultivo, percebeu-se que as plantas cultivadas no ambiente sombreado apresentaram menor severidade e menor AACPS (Tabela 2), quando comparadas com as plantas cultivadas a pleno sol.

Tabela 2. Severidade e AACPS da antracnose em *Heliconia psittacorum* x *sparthocircinata* cv. Golden Torch, em diferentes condições de cultivo.

Condição	Severidade	AACPS
Sombreado	2, 87 a	2008,68 a
Pleno Sol	3, 47 b	2404,51 b

Médias com mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

Observou-se que os indutores de resistência (*Bacillus subtilis*+ Acibenzolar-S-methyl [ASM]) diminuíram a severidade da antracnose nas parcelas que receberam o tratamento (Tabela 3), porém para a AACPS, os indutores igualaram a testemunha

(sem aplicação).

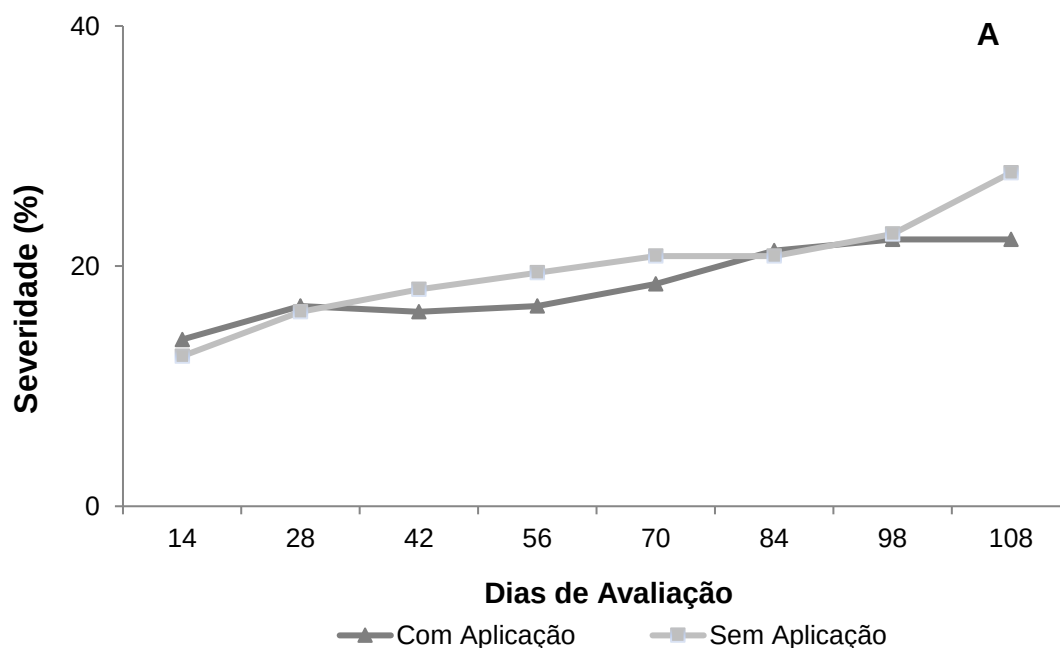
Tabela 3. Severidade e AACPS da antracnose em *Heliconia psittacorum* x *sparthocircinata* cv. Golden Torch, tratadas com *Bacillus subtilis* + Acibenzolar-S-methyl [ASM] e plantas controle.

Indutor	Severidade	AACPS
Com	2, 97 a	2.174,34 a
Sem	3, 40 b	2.242, 64 a

Médias com mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Ao observar a curva de progresso da doença, foi possível verificar que nas plantas que receberam os indutores na condição de sombreamento (Figura 6A), a severidade da doença progrediu menos ao longo do experimento. A partir dos 108 dias de avaliação houve uma redução (5%) nas plantas que receberam os tratamentos com indutores.

Para as plantas cultivadas a pleno sol (Figura 6B), foi possível observar que houve um acréscimo da severidade da doença nas plantas não tratadas com os indutores, contudo, a partir dos 108 dias de avaliação, as plantas tratadas com os indutores tiveram uma redução da severidade (3%) quando comparadas com as plantas sem indutores.



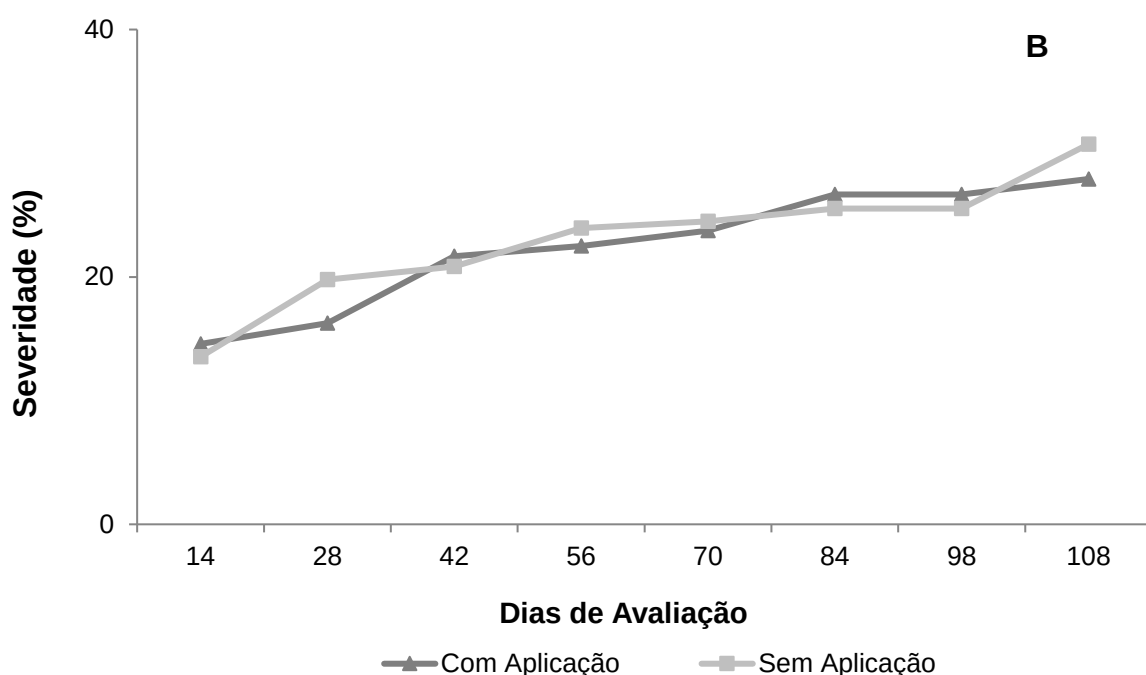


Figura 6. Curva de progresso da severidade da antracnose em *Heliconia psittacorum x sparthocircinata* cv. Golden Torch cultivadas em ambiente sombreado (A) e a pleno sol (B), tratadas com ASM + *Bacillus subtilis* e planta controle.

Em relação à quantificação de peroxidase em folhas de *Heliconia* cv. Golden Torch foi observado nas plantas tratadas com os indutores na condição de cultivo de sombreamento (Figura 7A), os maiores picos de ativação às 48 e 96 horas após o tratamento (HAT). Nas plantas cultivadas a pleno sol (Figura 7B), não houve efeitos dos indutores sobre a atividade de peroxidase, que obteve maiores concentrações nas plantas controle às 48 e 96 horas após o tratamento (HAT).

Durante as avaliações, os sintomas mostraram-se característicos, com pontuações escuras nas folhas e a presença de uma massa de esporos característica desse gênero *Colletotrichum* sp., agente causador da antracnose.

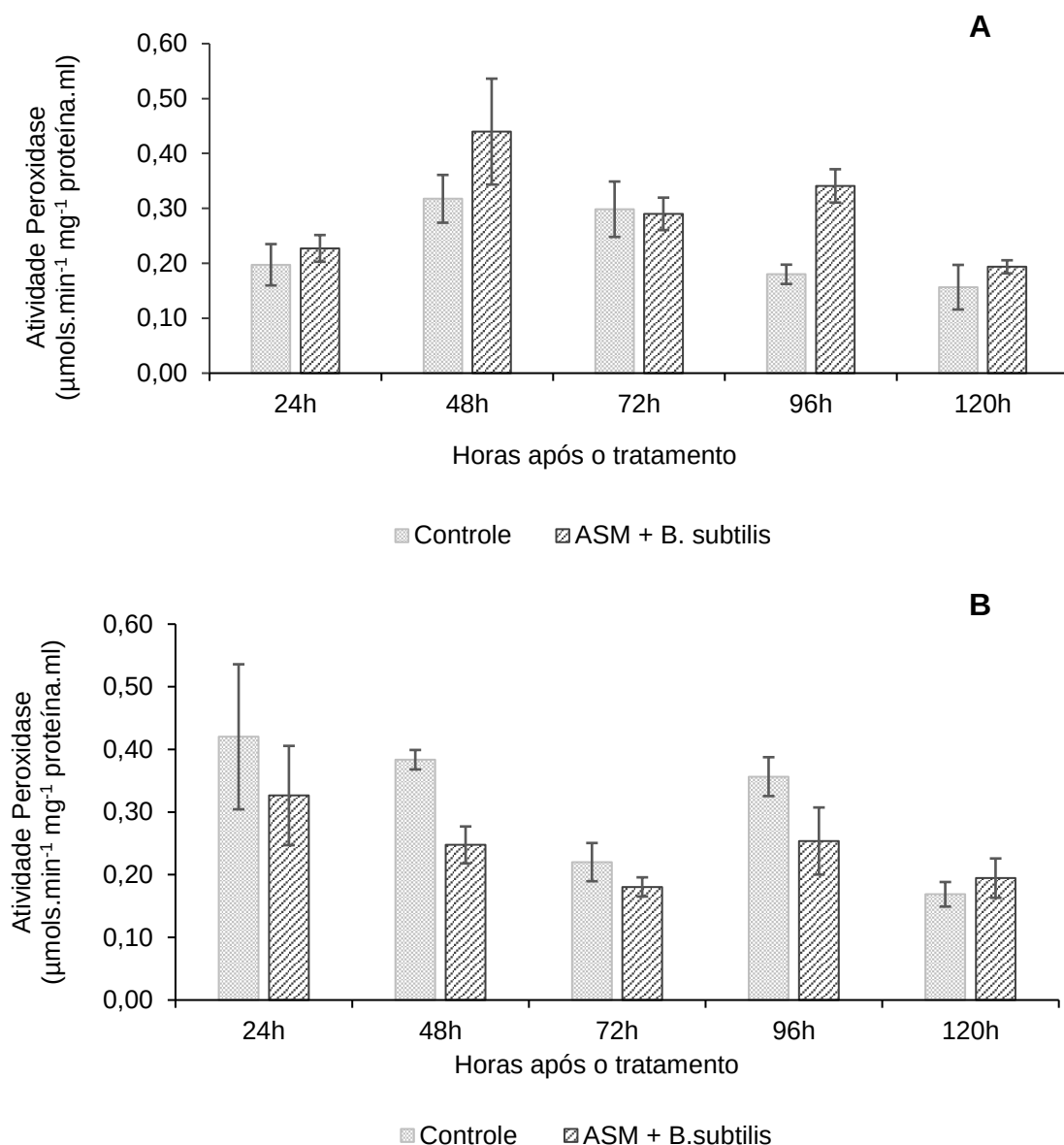


Figura 7. Atividade de peroxidase em folhas de *Heliconia psittacorum* x *sparthocircinata* cv. Golden Torch cultivadas em sombreamento (A) e a pleno sol (B), tratadas com ASM + *Bacillus subtilis* e planta controle, coletadas com 24, 48, 72, 96 e 120 horas após o tratamento (HAT). As barras indicam o desvio padrão para as quadruplicatas.

Na quantificação de peroxidase em inflorescências de *Heliconia* cv. Golden Torch cultivada em ambiente sombreado (Figura 8A) observou-se que houve ativação de resistência nas plantas às 24, 48 e 120 HAT a partir da aplicação dos indutores. Nas inflorescências cultivadas a pleno sol (Figura 8B), não houve efeitos dos indutores na atividade de peroxidase.

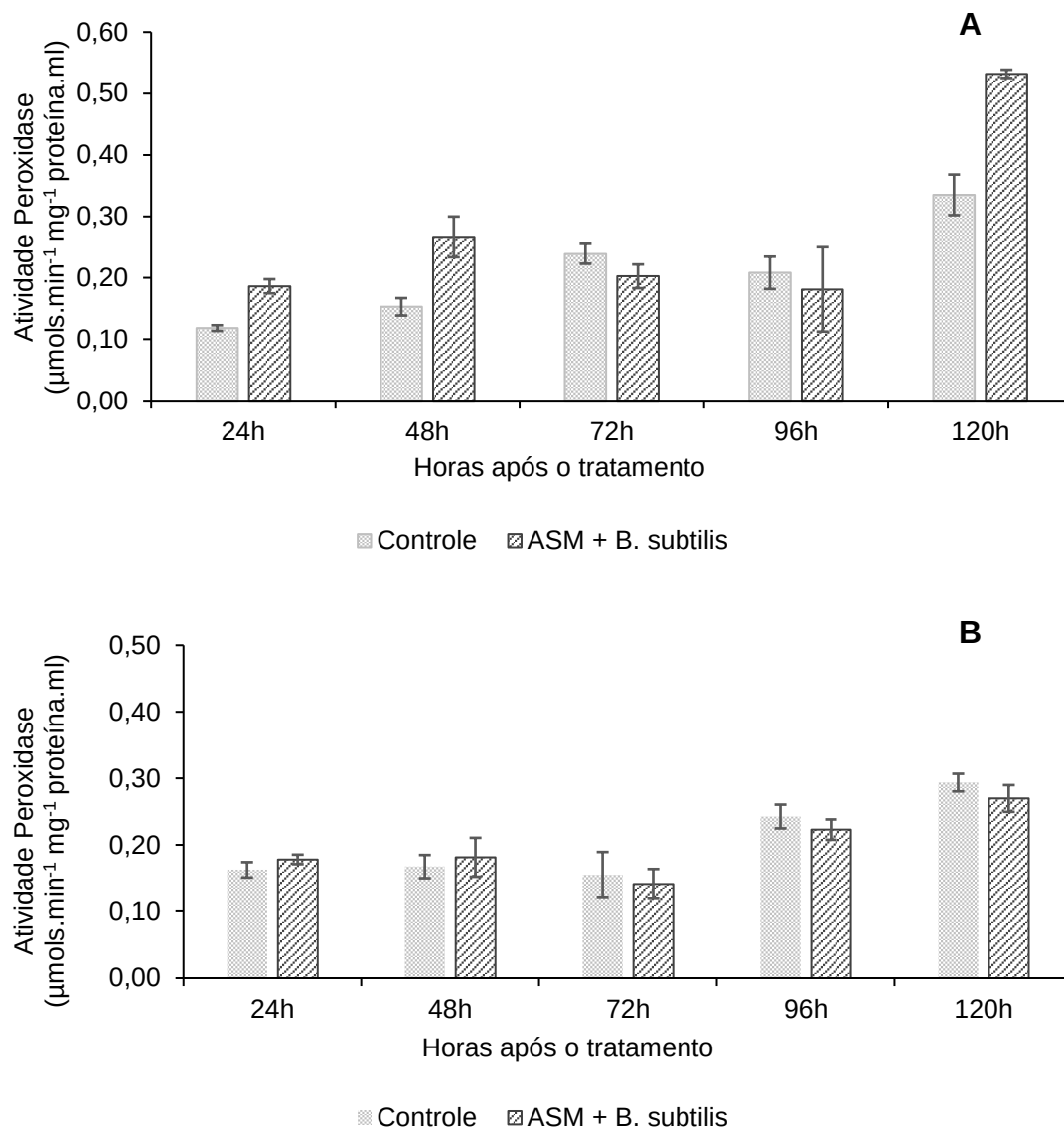


Figura 8. Atividade de peroxidase em inflorescências de *Heliconia psittacorum* x *sparthocircinata* cv. Golden Torch cultivadas em sombreamento (A) e a pleno sol (B), tratadas com ASM + *Bacillus subtilis* e planta controle, coletadas com 24, 48, 72, 96 e 120 horas após o tratamento (HAT). As barras indicam o desvio padrão para as quadruplicatas.

Ao observar a atividade de peroxidase entre as folhas e inflorescências cultivadas no ambiente sombreado e a pleno sol, verificou-se comportamentos distintos na ativação da mesma. Nas plantas do ambiente sombreado tratadas com os indutores de resistência, observou-se que houve picos de ativação, evidenciando que houve indução de resistência. Contudo, nas plantas a pleno sol tratadas com indutores não se observou ativação da proteína, tendo o tratamento controle em alguns momentos maior pico na atividade de peroxidase (Figura 7A e B; Figura 8A e B).

Para atividade da β -1,3-glucanase, nas plantas do ambiente sombreado

(Figura 9A), pôde-se observar que a aplicação dos indutores promoveu a indução de resistência, pois durante todas as coletas percebeu-se que houve ativação da proteína, destacando o período de 48 HAT com maior pico e 120 HAT o menor pico.

Comportamento diferente ocorreu nas plantas a pleno sol (Figura 9B), onde os picos de ativação para a β -1,3-glucanase foram em 48, 96 e 120 HAT nas parcelas que receberam o tratamento.

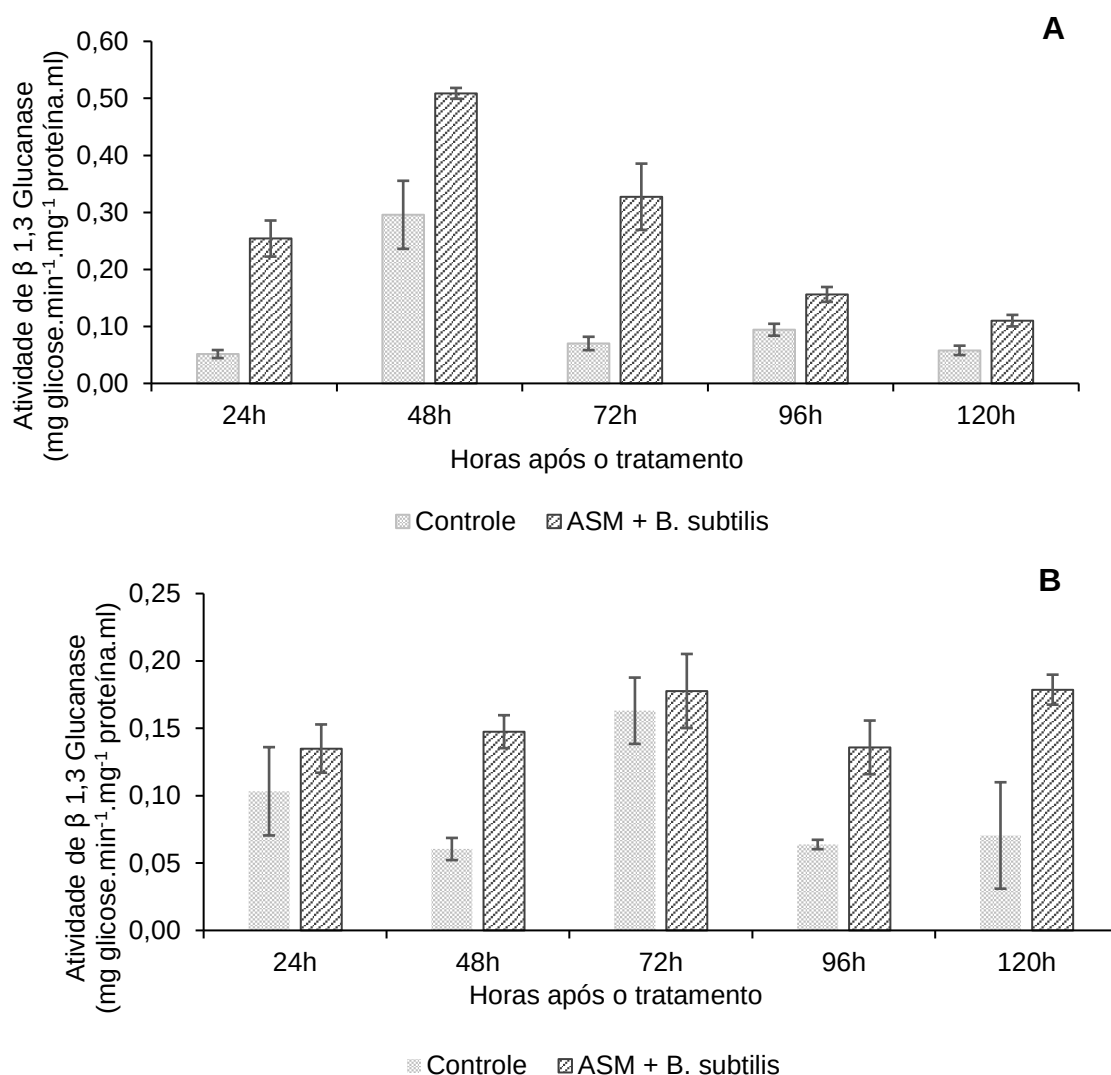


Figura 9. Atividade de β -1,3-glucanase em folhas de *Heliconia psittacorum* x *spathocircinata* cv. Golden Torch cultivadas em sombreamento (A) e a pleno sol (B), tratadas com ASM + *Bacillus subtilis* e planta controle, coletadas com 24, 48, 72, 96 e 120 horas após o tratamento (HAT). As barras indicam o desvio padrão para as quadruplicatas.

Nas inflorescências cultivadas em sombreamento, verificou-se que houve ativação da β -1,3-glucanase em plantas com tratamento e no controle. Para as plantas com tratamento observou-se que houve ativação de resistência sendo o tempo de 120

HAT o de maior pico, indicando que o tratamento induziu resistência tardia (Figura 10A).

A atividade da β -1,3-glucanase nas inflorescências cultivadas a pleno sol apresentou picos maiores às 96 e 120 HAT nas plantas com indutores (Figura 10B), apresentando resistência tardia assim como as plantas do ambiente sombreado.

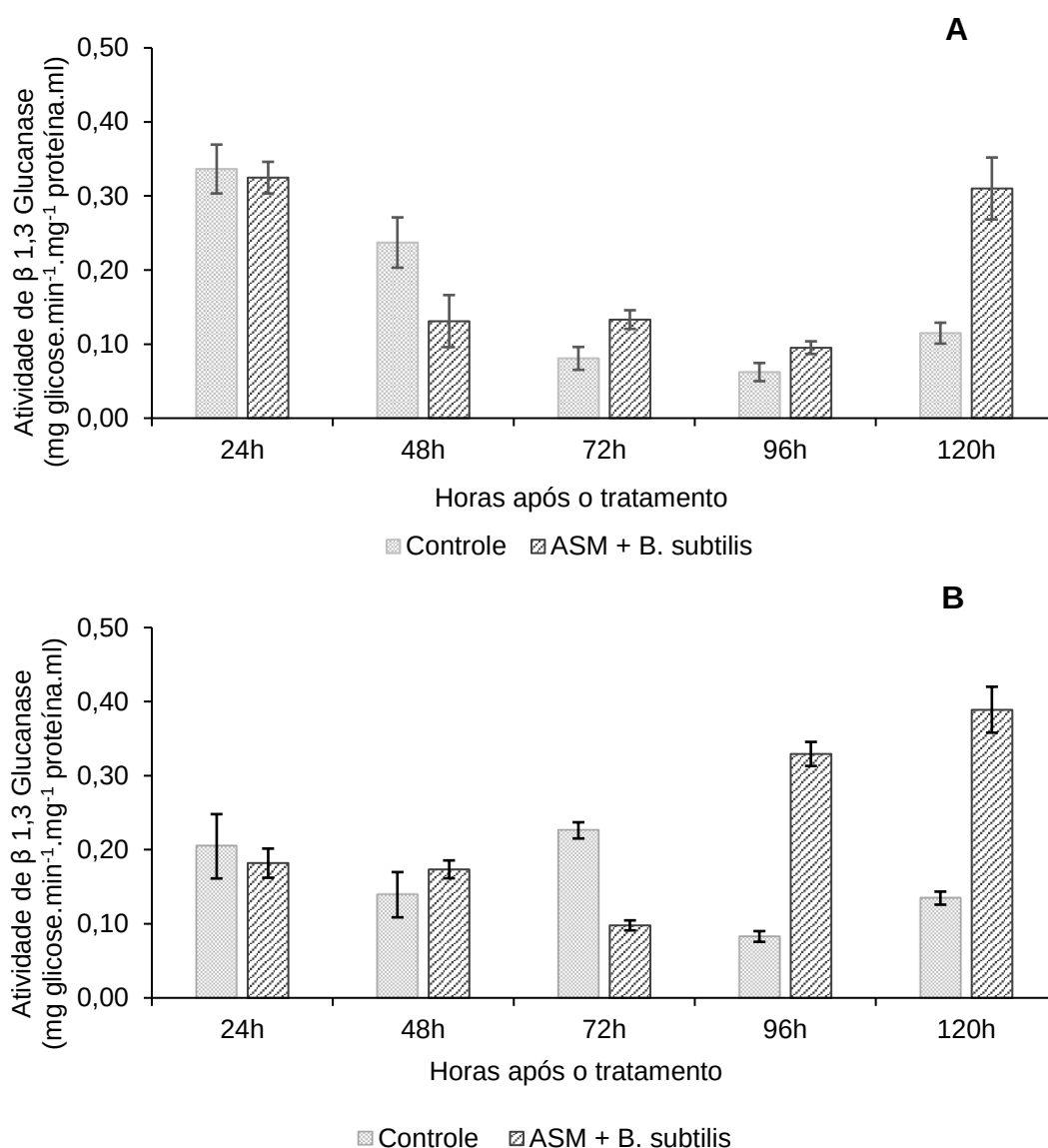


Figura 10. Atividade de β -1,3-glucanase em inflorescências de *Heliconia psittacorum* x *spathocircinata* cv. Golden Torch cultivadas em sombreamento (A) e a pleno sol (B), tratadas com ASM + *Bacillus subtilis* e planta controle, coletadas com 24, 48, 72, 96 e 120 horas após o tratamento (HAT). As barras indicam o desvio padrão para as quadruplicatas.

Ao observar os resultados da β -1,3-glucanase nas folhas e inflorescências de *Heliconia psittacorum* x *spathocircinata* cv. Golden Torch cultivadas em sombreamento percebeu-se comportamento diferente, pois durante todos os dias de coleta no estágio vegetativo, houve ativação da proteína nas plantas com tratamento,

destacando o período de 48 HAT, que foi o de maior pico (Figura 9A). No estágio vegetativo, pôde-se observar que apenas nos períodos de 72, 96 e 120 HAT houve um elevado pico de ativação (Figura 10A). Tal resultado evidenciou melhor efeito do tratamento durante o estágio vegetativo, o que implica em uma melhor época para que possa ser aplicado.

Os dados relacionados à quantificação de peroxidase e β -1,3-glucanase refletem na severidade da doença, tendo em vista que as plantas tratadas tiveram uma redução da severidade em relação às plantas sem tratamento do sombreamento (Figura 6A).

Nas plantas cultivadas a pleno sol, também é possível verificar a redução da severidade da doença pela ativação das PRPs nas plantas com tratamento (Figura 6B).

Para produtividade foi possível verificar que as plantas tratadas com os indutores obtiveram acréscimo na produtividade, sendo de 68,65% nas plantas cultivadas em ambiente sombreado e 26,86% nas cultivadas a pleno sol (Figura 11). Além disso, a severidade da doença não afetou a produtividade de hastes florais.

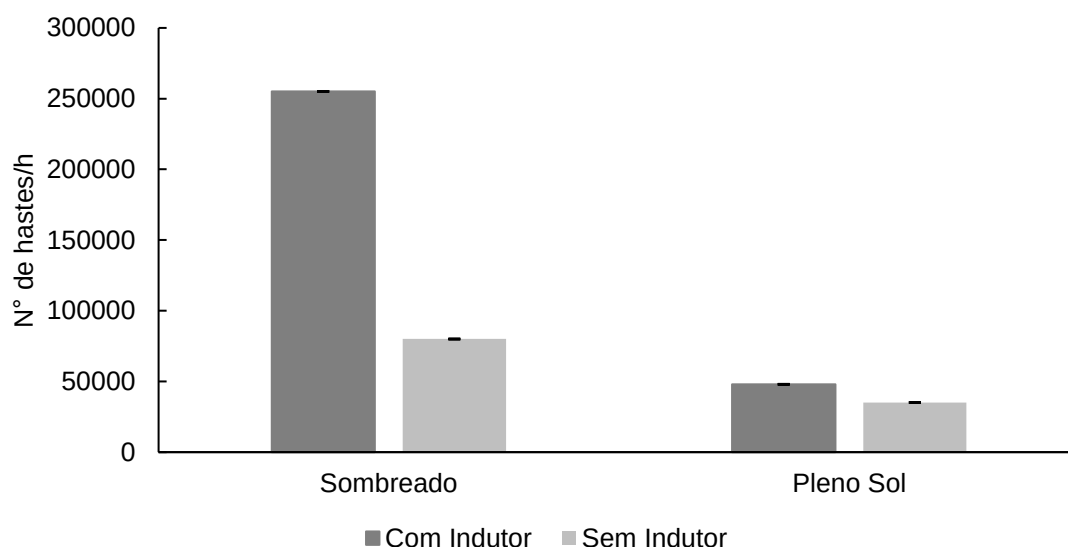


Figura 11. Produtividade total de hastes/ha⁻¹ de *Heliconia psittacorum* x *sparthocircinata* cv. Golden Torch cultivadas em sombreamento (A) e a pleno sol (B), tratadas com ASM + *Bacillus subtilis* e planta controle do banco ativo de germoplasma de plantas ornamentais tropicais em Tangará da Serra – MT.

5. DISCUSSÃO

Os valores de severidade da antracnose na helicônia sofreram influência das condições pluviométricas, o que dificultou o processo infeccioso do patógeno devido ao menor molhamento foliar. Para que as doenças se estabeleçam é necessária a interação entre patógeno x hospedeiro sob influência do ambiente. Neste estudo houve pouca precipitação ($\leq 25\text{mm}$), mesmo as plantas sendo irrigadas três vezes por semana e com umidade relativa do ar acima de 60% (Figura 4), a germinação de conídios pode ter sido dificultada e conseqüentemente reduziu a expressão da doença.

A antracnose (*Colletotrichum* spp.) em flores tropicais é favorecida durante o período chuvoso, o qual é ideal para o seu desenvolvimento, além disso, temperatura e umidade são essenciais para a progressão da doença que pode afetar folhas, flores, inflorescências, pseudocauls e rizomas (Warumby; Coelho e Lins, 2004; Pereira, 2005).

A menor severidade e AACPS observadas no ambiente sombreado pode estar associado ao fato de o ambiente protegido possibilitar uma alteração no microclima, proporcionando a restrição de água livre sobre as folhas, fator primordial para desencadear o início das infecções fúngicas (Grigoletti Júnior e Sônego, 1993).

Em estudo realizado por Poletto (2008), ao analisar a severidade da doença causada por *Fusarium* spp. em mudas de erva – mate (*Ilex paraguariensis*) sob diferentes níveis de sombreamento, verificou-se que quanto maior o nível de sombreamento, menor foi a severidade da doença. Nogueira, Neto e Lunz (2016), também verificaram a redução da antracnose em mudas de açaí quando mantidas em sombreamento a 75%.

Na avaliação da eficiência dos produtos no controle da antracnose, os mesmos mostraram-se eficientes na redução da severidade. Essa redução pode estar associada à ativação de mecanismos de defesa, como por exemplo, de enzimas relacionadas à patogênese, pois no processo de indução o contato do eliciador com a planta faz com que os genes de resistência sejam ativados e se expressam para a síntese dos componentes de resistência (Van Loon; Bakker e Piterse, 1998).

Os resultados encontrados nesta pesquisa assemelham-se aos observados por Silva (2018), que ao utilizar ASM + *Bacillus subtilis* obteve resultado expressivo na redução da antracnose em *H. psittacorum* cv. Golden Torch inoculada com

Colletotrichum sp., em condições de ambiente controlado, diferente da presente que foi realizada a campo. A autora ainda verificou a atividade de peroxidase durante sete dias de avaliação após a aplicação dos indutores, a mesma verificou maiores picos de peroxidase no segundo, quinto e sexto dia de análise, evidenciando a associação entre a redução da severidade da antracnose e ativação das proteínas relacionadas à patogênese.

O efeito do ASM aplicado isoladamente e em conjunto com outros indutores, foi estudado por Oliveira e Coelho (2005), que não obtiveram sucesso no controle da antracnose em folhas de *H. psittacorum* cv. Golden Torch, o que difere do resultado encontrado nesta pesquisa. A eficiência do uso de ASM e *B.subtilis* em conjunto também foi testada em outras culturas como no pepino, onde Park et al. (2013), verificaram que o uso associado desses resultaram em um maior controle da antracnose, além de promoverem maior crescimento das plantas.

Os indutores de resistência aumentaram a atividade de peroxidase nas folhas e inflorescências das plantas do ambiente sombreado. As peroxidases apresentam importância na defesa vegetal, as mesmas envolvem-se nos processos de lignificação das células vegetais, estas por sua vez, encontram-se nas paredes celulares e agem como barreiras de defesa física ao ataque de patógenos vegetais (Vance; Kirk; Sherwood, 1980; Sticher; Mauch-Mani; Métraux, 1997; Stangarlin et al., 2011).

O alto pico de peroxidase nas plantas do ambiente sombreado indicou a ativação dos mecanismos de defesa da planta, mesmo esses sendo ativados tardiamente, tal fato evidencia que nas condições do estudo as plantas expressaram Resistência Sistêmica Adquirida (RSA). Resultado semelhante a esse trabalho foi encontrado por Silva (2018), que analisando a atividade de peroxidase em *H. psittacorum* cv. Golden Torch verificou maior atividade da proteína no segundo dia de análise (48 horas) resultado que corrobora com este trabalho.

A resposta tardia na atividade de peroxidase nas plantas durante o estágio reprodutivo, pode estar associada com a produção de compostos voláteis ou de metabólitos gerados anteriormente à expressão da proteína (Almeida et al., 2012).

O pico de atividade da peroxidase nas plantas a pleno sol sem tratamento pode ter sido influenciada pelas condições de exposição excessiva à luminosidade, pois a mesma pode ser alterada mediante as condições de estresse, seja biótico ou abiótico (Fernandes et al., 2006)

A aplicação dos indutores pode ter amenizado os estresses em que as plantas estavam submetidas, tendo em vista que foi utilizada a bactéria *Bacillus subtilis* que faz parte do grupo de bactérias promotoras de crescimento, as mesmas aumentam a fixação de nitrogênio, solubilização de nutrientes, síntese de fitormônios e melhoria das condições do solo (Kim et al., 2003; Beneduzi; Ambrosini; Passaglia, 2012).

Resultado semelhante a este trabalho foi encontrado por Valderrama, Marangoni e Clemente (2001), ao observarem redução na atividade de peroxidase em *Mallus comunis* após ser submetida a diferentes condições térmicas.

As β -1,3-glucanases é são capazes de degradar a parede celular dos patógenos liberando moléculas que agem como elicitores nos processos iniciais da indução de resistência (Van Loon et al., 1994).

As glucanases (PR – 2) são proteínas que desempenham importante papel no processo de indução de resistência (Van Loon e VanStrien, 1999). Em pesquisas verificou-se que a alta expressão de genes de quitinases e glucanases em plantas, aumenta a resistência a patógenos (Van Loon et al., 2006).

Dados encontrados por Kuhn (2007) indicaram aumento na atividade de β -1,3-glucanase ao usar ASM, no entanto, ao utilizar um indutor biótico (*Bacillus cereus*), não observou aumento na atividade da mesma, diferindo dos resultados encontrados nesta pesquisa.

A ativação da β -1,3-glucanase nas folhas e inflorescências evidencia que houve a ativação da resistência sistêmica adquirida, mesmo que esta tenha sido de forma tardia e em curto prazo. A resistência parcial configura-se como desvantagem para a planta, como afirma Bonaldo; Pascholati; Romeiro (2005), destacando que nesse tipo de resistência são necessárias reativações temporárias para que a planta esteja preparada para o ataque do patógeno.

A resistência tardia verificada nas plantas pode estar associada com o tempo de contato dos indutores com as plantas. De acordo com Hammerschmidt, (1999), para que a planta alcance o estado de indução, é necessário um tempo após o contato dos elicitores com a planta, considerando que a expressão dos genes não ocorre de imediato, leva algum tempo para que aconteça a expressão de resistência, seja dias ou semanas.

A indução de resistência envolve a ativação dos mecanismos de defesa existentes na planta, porém estes estão em latência, e em resposta a algum

tratamento de origem biótica ou abiótica, estes são ativados (Bonaldo; Pascholati; Romeiro, 2005).

No presente trabalho foi usado indutor biótico e abiótico em conjunto, apresentando eficiência. A ativação das proteínas relacionadas à patogênese, peroxidase e β -1,3-glucanase, estão associadas à Resistência Sistêmica Adquirida (RSA), tendo em vista que o ASM relaciona-se com a RSA que é mediada pela rota metabólica do ácido salicílico, que envolve diversos mecanismos de defesa pela ativação de genes que codificam as proteínas relacionadas à resistência (Sticher; Mauch-Mani; Métraux, 1997).

Por outro lado, o uso de *B. subtilis* está relacionado à via de resistência sistêmica induzida (RSI), que está vinculada à rota metabólica do ácido jasmônico e o etileno, contudo, a RSI não está associada ao acúmulo de proteínas relacionadas à patogênese (Sticher; Mauch-Mani; Métraux, 1997; Pieterse et al., 1998).

Assim, a Resistência Sistêmica Adquirida (RSA) verificada neste estudo está associada ao aumento da atividade das PRPs, estas por sua vez, possibilitam acompanhar o estado de indução de resistência de plantas expostas aos patógenos (Durrant e Dong, 2004; Macagnan et al., 2008).

O uso dos indutores de resistência influenciou na produtividade de hastes florais, isso pode ter ocorrido devido ao uso do *B. subtilis* e o ASM. As bactérias do gênero *Bacillus* sp., como *B. subtilis* fazem parte do grupo das bactérias promotoras de crescimento em plantas, estas por sua vez, permitem melhorar o crescimento das plantas e reduzir a dependência dos fertilizantes e defensivos agrícolas (Adesemoye; Torbert; Kloepper, 2009).

A promoção de crescimento das plantas mediada por *B. subtilis* é realizada por meio de vários mecanismos, como a produção de fitohormônios estimuladores do crescimento (Datta; Banik; Gupta, 1982), produção de sideróforos e antibióticos (Harman et al., 2004) e indução de resistência das plantas contra fitopatógenos.

Estudo realizado por Zucareli et al. (2018), ao utilizarem *B. subtilis* em associação, não encontraram diferença na produtividade do feijoeiro. Tavanti et al. (20), ao usar *B. subtilis*, obtiveram incrementos de produtividade na soja, resultado que corrobora com o presente estudo.

O uso de *B. subtilis* apresenta um efeito benéfico na produtividade das culturas, pois atua sobre a nodulação, atuam supressão de doenças e atua

diretamente na fixação de nitrogênio, pela solubilização de fosfatos minerais ou outros nutrientes do solo; oxidação do enxofre e aumento de permeabilidade das raízes (Mariano e Kloepper, 2000; Lima, 2010).

O uso do ASM também tem sido verificado quanto a sua eficiência sobre a produtividade dos cultivos. Rodrigues et al. (2016), utilizando o ASM na produtividade de tomateiro industrial, não obtiveram ganhos na produtividade, mesmo tendo sucessivas aplicações durante o desenvolvimento da cultura. Faraun et al. (2012), ao utilizar o ASM associado a fungicidas, também não verificaram efeitos na produtividade de soja.

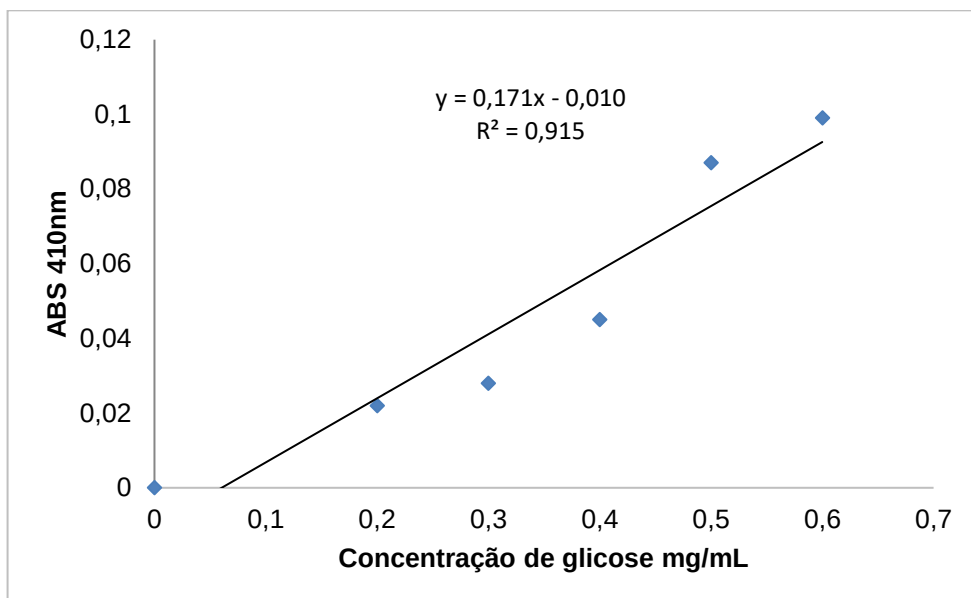
Estudos evidenciam que o uso do acibenzolar-S-methyl (ASM) provocam alterações bioquímicas no metabolismo das plantas, levando a uma realocação de fotoassimilados para a defesa da planta, culminando na redução de produtividade (Kuhn, 2007). O fato do ASM atuar na ativação da expressão de genes de efeito indutivo ligado as PRPs, pode desencadear um processo de competição, gerando maior gasto energético com as demais proteínas necessárias ao metabolismo primário, às atividades normais de crescimento e desenvolvimento da planta (Barros, 2011).

O uso dos indutores de resistência mostrou-se promissor na ativação do sistema de defesa das plantas contra fitopatógenos, devendo-se dar continuidade na pesquisa em busca de respostas sobre o seu efeito no controle de doenças e na ativação de diferentes mecanismos de defesa das plantas e na produtividade.

6. CONCLUSÃO

A aplicação dos indutores de resistência (*Bacillus subtilis* + Acibenzolar-S-metílico) promoveu ativação de resistência da planta por aumentar a atividade enzimática de peroxidase nas folhas e inflorescências no ambiente de cultivo de sombreamento e o aumento na atividade de β -1,3-glucanase nas folhas e inflorescências de ambas as condições de cultivo, assim como, foi observado eficiência no controle da antracnose e maior produtividade de hastes florais com o uso dos indutores de resistência.

APÊNDICE



Apêndice: Curva padrão para glicose a 410 nm para determinação da atividade de β -1,3- glucanase em folhas e inflorescências de helicônia.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, S. P. M. **Desempenho agrônômico, características físico-químicas e reações a doenças em genótipos de maracujazeiro-azedo cultivados no Distrito Federal**. Brasília: Universidade de Brasília, 2006. 144p. (Dissertação – Mestrado em Produção Vegetal).

ADESEMOYE, A. O.; TORBERT, H. A.; KLOEPPER, J. W. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Allow Reduced Application Rates of Chemical Fertilizers. **Microbial Ecology**, v. 58, n. 4, p. 921–929, 2009.

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**, 5th ed San Diego: Elsevier Academic Press, p. 922, 2005.

ALMEIDA, H. O.; Barbosa, M. D. O.; Marques, A. E.; Pereira, T. H. A.; Magalhães Júnior, M. J.; Tessarollo, N. G.; Abdelnoor, R. V. Enzimas marcadoras de indução de resistência diferencialmente reguladas em soja resistente e suscetível à ferrugem-asiática-da-soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 47, v. 2, p.163-172, 2012.

ALMEIDA, I.M.G.; MALAVOLTA JUNIOR, V.A.; IMEMES, S.L. **Problemas Fitossanitários em Plantas Ornamentais**. Instituto Biológico de Campinas, 1997.

ARAUJO, J. S. P.; GONÇALVES, K. S.; OLIVEIRA, B. C.; RIBEIRO, R. L. D.; POLIDORO, J. C. Efeito do acibenzolar-S-methyl sobre murcha-bacteriana do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.1, p.05-08, jan.-mar. 2005.

ARAUJO, L. **Mercado de flores projeta faturamento de R\$ 8,5 bi**. Belo Horizonte – MG, 2019. Disponível em: <<https://www.google.com/search?q=fazer+referencia+de+site&oq=fazer+referem&aqs=chrome.2.69i57j0l7.5052j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>>. Acesso em 14 abril 2020.

ARAUJO, P. G. P.; LEITE, K. P.; SILVA, S. S. L.; BASTOS, S. M. S. L.; CASTRO A. C. R.; LOGES V. Morphological Aspects in *Heliconia chartacea* Lane ex Barreiros Inflorescences for Use as Cut Flower. **Acta Horticulturae**. 1087: 250-254, 2015.

ATHAYDE SOBRINHO, C.; FERREIRA, P. T.; CAVALCANTI, L. S. Indutores abióticos. In: CAVALCANTI, L. S.; DI PIERO, R. M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S. F.; VILELA DE RESENDE, M. L.; ROMEIRO, R. S. Indução de resistência em plantas apatógenos e insetos. Piracicaba: **FEALQ**, v. 13. p. 51-80, 2005.

BALDWIN, I. T. Jasmonate-induced responses are costly but benefit plants under attack in native population. **Proceedings of the National Academy of Science USA**, v. 95, p. 8113-8118, 1998.

BARGUIL, B. M.; OLIVEIRA, S. M. A.; COELHO, R. S. B.; JUNIOR, J. E. A. B. Ocorrência de *Colletotrichum gloeosporioides* em *Heliconia chartacea* cv. Sex Pink. **Fitopatologia Brasileira**. 30: 136, 2005.

BARROS, R. Estudo sobre a aplicação foliar de acibenzolar-S-metil para indução de resistência à ferrugem asiática em soja e cercosporiose em milho. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 78, n. 4, p. 519-528, 2011.

BENEDUZI, A.; AMBROSINI, A.; PASSAGLIA, L. M. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): their potential as antagonists and biocontrol agents. **Genetics and molecular biology**, v. 35, n. 4, p. 1044–1051, 2012.

BERRY, F.; KRESS, WJ. Helicônia: An identification guide. Washington and London: **Smithsonian Institution Press**, p. 334, 1991.

BETTIOL, W.; STADNIK, M.J. Controle alternativo. In: STADNIK, M.J.; RIVERA, M.C. (Ed.) **Oídios**, Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p. 165-192, 2001.

BOL, J. F.; LINTHORST, H. J. M.; CORNELISSEN, B. J. C. Plant pathogenesis related proteins induced by virus infection. **Annual Review of Phytopathology**, v. 28, p. 113-138, 1990.

BONALDO, S. M.; PASCHOLATI, S. F.; ROMEIRO, R. S. Indução de resistência: noções básicas e perspectivas. In: CAVALCANTI, L. S.; DI PIERO, R. M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S. F.; RESENDE, M. L. V.; ROMEIRO, R. S. **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**, Piracicaba: FEALQ, p. 11-28. 2005.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v.72, p.248-254, 1976.

BRAGA, J. M. A. Heliconiaceae. Lista de Espécies da Flora do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 2014. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 10 de janeiro 2020.

BRITO, N. M. **Alternativas de controle da queima das folhas do inhame (*Dioscorea cayennensis*)**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias, Areia, 103p 2009.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York NY, Wiley, 1990.

CANTOR, M.; SINGUREANU, V.; DENISA, H.; ERSZEBET, B. Heliconias-Novelties and applicability in floral art. **J. of horticulture, forestry and Biotechnology**, n.1, p. 22-27, 2014.

CASTRO, A. C. R.; LOGES, V.; COSTA, A. S.; CASTRO, M. F. A.; ARAGÃO, F. A. S.; WILLADINO, L. G. Hastes florais de helicônia sob deficiência de macronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol 42, p. 1299-1306, 2007.

CASTRO, C. E. F. Helicônia para exportação: aspectos técnicos da produção. Brasília: **EMBRAPA**, (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 16).43 p.1995.

CASTRO, C. E. F.; GRAZIANO, T. T. Espécies do Gênero Heliconia (Heliconiaceae) no Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. 3: 15-28, 1997.

CASTRO, C.E.F. et al. Helicônias brasileiras: características, ocorrência e usos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental** V. 17, Nº1, p. 5-24, 2011.

CASTRO, N. R. **Murcha de *Fusarium* em *Heliconia* spp.: ocorrência, variabilidade e resistência genética em espécies ornamentais cultivadas em Pernambuco, Alagoas e Sergipe**. 87p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2007.

CASTRO, N. R.; COELHO, R. S. B.; LARANJEIRA, D.; COUTO, E. F.; SOUZA, M. B. R. D. Ocorrência, métodos de inoculação e agressividade de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* em *Heliconia* spp. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 2, p.127-130, Jun. 2008.

CASTRO, N. R.; COELHO, R. S. B.; LARANJEIRA, D.; PIMENTEL, R. M. D. M.; FERREIRA, C. P. Murcha de fusário em helicônia: fontes de resistência, método alternativo de detecção e defesa estrutural. **Summa Phytopathologica**, v.36, n.1, p.30-34, 2010.

CASTRO, O.L.; BACH, E.E. Increased production of β -1,3-glucanase and protein in *Bipolaris sorokiniana* pathosystem treated using commercial xanthan gum. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 42, p. 165-169, 2004.

CAVALCANTI, F. R.; RESENDE, M. L. V.; CARVALHO, C. P. S.; SILVEIRA, J. A. G.; OLIVEIRA, J. T. A. Induced defence responses and protective effects on tomato against *Xanthomonas vesicatoria* by an aqueous extract from *Solanum lycocarpum* infected with *Crinipellis perniciosus*. **Biological Control**, v. 39, p. 408-417, 2006.

CAVALCANTI, F. R.; RESENDE, M. L. V.; RIBEIRO, P. M.; PEREIRA, R. B.; OLIVEIRA, J. T. A. Induction of resistance against *Verticillium dahliae* in cacao by a *Crinipellis perniciosus* suspension. **Journal of Plant Pathology**, v. 90, p. 273-280, 2008.

CAVALCANTI, F. R.; RESENDE, M. L.V.; PEREIRA, R. B.; COSTA, J. C. B.; CARVALHO, C. P. S. Atividades de quitinase e beta-1,3-glucanase após eliciação das defesas do tomateiro contra a mancha-bacteriana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 1721-1730, 2006.

CAVALCANTI, L. S.; BRUNELLI, K. R.; STANGARLIN, J. R. Aspectos bioquímicos e moleculares da resistência induzida. In: CAVALCANTI, L. S.; DI PIERO, R. M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S. F.; RESENDE, M. L. V.; ROMEIRO, R. S. (Ed.). Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos. Piracicaba: **FEALQ**, p. 81-124, 2005.

CHITTOOR, J. M.; LEACH, J. E.; WHITE, F. F., Differential induction of a peroxidase gene family during infection of rice by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. **Molecular Plant- Microbe Interactions**, v. 10, n. 7, p. 861-871, 1997.

CIPOLLINI, D. F. Does competition magnify the fitness costs of induced responses in *Arabidopsis thaliana*. A manipulative approach. **Oecologia**, v. 131, p. 514-520, 2002.

COELHO, R. S. B.; WARUMBY, J. F. Curso de Doenças e Pragas de Plantas Ornamentais Tropicais. EMDAGRO/SAGRI/SE, Aracaju (**Mimeografado**). 2004.

COELHO, R. S. B.; WARUMBY, J. F. Doenças de plantas ornamentais tropicais detectadas na Zona da Mata de Pernambuco. **Floricultura em Pernambuco**, Série Agronegócio, SEBRAE-PE. v. 1, p. 67- 69, 2002.

CORNELISSEN, B.J.C.; MELCHERS, L.S. Strategies for control of fungal diseases with transgenic plants. **Plant Physiology**, Rockville, v. 101, p. 709-712, 1993.

COSTA, A. S. **Características agronômicas e genéticas de helicônias na Zona da Mata de Pernambuco**. 80p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2005.

COSTA, A. S.; LOGES, V.; CASTRO, A. C. R; GUIMARÃES, W.N.R.; NOGUEIRA, L. C. Heliconia Genotypes Under Partial Shade: II. Evaluation of Flowering Stems. **Acta Horticultural**, v.813, p.171-176, 2009.

COUTINHO, L. N. Aspectos de fungos fitopatogênicos em plantas ornamentais e seu controle. In: Anais XIV Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico. **Plantas Ornamentais**. São Paulo, p. 13-20, 2006.

CRILEY, R. A. Propagation methods for gingers and helicônias. **Bulletin Heliconia Society International**, Ft. Lauderdale, v. 3, n.2, p. 1-7, 1988.

CUTT, J. R.; KLESSIG, D. F. Pathogenesis-related proteins. In: BOLLER, T.; MEINS J. f. **Plant gene research: Genes involved in plant defense**, Wien: Springer-Verlag, p. 209- 243, 1992.

CUTT, J.R.; KLESSIG, D.F. Pathogenesis-related proteins. In: BOLLER, T.; MEINS Jr., F. **Plant gene research: Genes involved in plant defense**, Wien: Springer-Verlag, p. 209-243, 1992

DARVILL, A. G.; ALBERSHEIM, P. Phytoalexins and their elicitors - A defense Against Microbial Infection in Plants. **Ann. Rev. Plant Physiol**, v. 35, p. 243-275, 1984.

DATTA, M., BANIK, S., GUPTA, K. Studies on the efficacy of a phytohormone producing phosphate solubilizing *Bacillus firmus* in augmenting paddy yield in acid soils of Nagaland. **Plant and Soil**, v.69, n.3, p.365-373, 1982.

DURRANT, W.E.; DONG, X. Systemic acquired resistance. **Annual Review of Phytopathology**, v.42, p.185-209, 2004.

EDREVA, A. Pathogenesis-related proteins: research progress in the last 15 years, Gen. Appl. **Plant Physiology**, v. 31, p. 105-124, 2005.

ESCALONA, F., MACIEL, N.; RENAUD, J. Un manchado de las inflorescencias de heliconias. **Fitopatologia Venezuelana**, 5: 30- 32, 1992.

FARAUN, R. S.; LEAL, A. J. F.; JUNIOR, M. T. M.; OLIVEIRA LUCHESE, K. U.; DIAS, A. R. Produtividade de soja em resposta a aplicação de fungicida associado a micronutrientes ou indutores de resistência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 32, 2012. **Anais...** Uberlândia, 2012.

FERNANDES, C. F.; MORAES, V. C. P.; OLIVEIRA, J. T. A. **Determinação da atividade peroxidásica em cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) tratados com ácido salicílico**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2006. [Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 41].

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FRY, S. C. Cross-linking of matrix polymers in the growing cell wall of angiosperms. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 37, p. 165-186, 1986.

GHINI. **Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011.

GORLACH, J.; VOLRATH, S.; KNAUF-BEITEC, G.; HENGY, BECKHOVE, U.; KARL-HEINZ, K.; OOSTENDORP, M.; STAUB, T.; WARD, E.; KESSMANN, H.; RYALS, J. Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic acquired resistance, activates gene expression and disease resistance in wheat. **Plant Cell**, Baltimore, v. 8, p. 629-643, 1996.

GRAZIANO, T. T. Relatório do Diagnóstico da produção de flores e plantas ornamentais brasileira. 2002. Relatório Ibraflor/Apex. **Mimeografado**.

GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; SANTOS, Á. F.; AUER, C. G. Perspectivas do uso do controle biológico contra doenças florestais. **Revista Floresta**, v. 30, n. 12, 2000.

GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; SÔNEGO, O. R. Principais doenças fúngicas da videira no Brasil. Bento Gonçalves: **EMBRAPA-CNPV Circular Técnica**, p. 36, 1993.

GUIMARÃES, L. M. P. **Eficiência de indutores no manejo integrado de *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus zeae* em cana-de-açúcar**. Tese (Doutorado em Fitopatologia) Universidade Federal Rural de Pernambuco. 114p. 2007.

GURGEL, L. M. S.; COELHO, R. S. B.; OLIVEIRA, S. M. A.; DA SILVA, R. L. X.; ROSA, R. C. TORRES.; DE ASSIS, T. C.; ANDRADE, D. E. G. T. Efeito de indutores de resistência no controle da antracnose do Bastão do Imperador (*Etlíngera Elatior*). **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, Recife, vols. 13/14, p.223-233, 2017.

GURGEL, L. M. S.; COELHO, R. S. B.; SILVA, R. L. X.; OLIVEIRA, S. M. A.; ROSA, R. C. T.; ASSIS, T. C.; ANDRADE, D. E. G. T. Metodologia alternativa no manejo da antracnose pós-colheita em *Heliconia rostrata*. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, n. 19, p. 20-24, 2014.

HAMMERSCHMIDT, T. R.; NUCLES, E. M.; KUC, J. Association of enhanced peroxidase activity with induced systemic resistance of cucumber to *Colletotrichum lagenarium*. **Physiological Plant Pathology**, v. 20, p. 73-82, 1982.

HAMMERSCHMIDT, D.; DANN, E.K. Induced resistance to disease. In: RECHCIGL, N.A.; RECHCIGL, J.E. (Ed.). **Environmentally safe approaches to crop disease control**, Boca Raton: CRC-Lewis Publishers, p. 177-199, 1997.

HAMMERSCHMIDT, R. Induce disease resistance: how do induced plants stop pathogen. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v.55, p.77-84, 1999.

HAMMERSCHMIDT, R. Introduction: definitions and some history. In: WALTERS, D.; NEWTON, A.; LYON, G. **Induced resistance for plant defense: a sustainable approach to crop protection**. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, p. 1-8, 2007.

HARMAN, G.E.; HOWELL, C.R.; VITERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. Trichoderma species – opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Reviews Microbiology**, v. 2, n.1, p. 43- 55, 2004.

HEIJARI, J.; NERG, A.M.; KAINULAINEN, P.; VIIRI, H.; VOURINEN, M.; HOLOPAINEN, J.K. Application of methyl jasmonate reduces growth but increases chemical defence and resistance against *Hylobius arietis* in Scots pine seedlings. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 115, p. 117-124, 2005.

HOAGLAND, R. E. Biochemical responses of plants to pathogens. In: HOAGLAND, R. E. Microbes and microbial products as herbicides. **American Chemical Society**. p. 87-113, 1990.

HUANG, C.H.; VALLAD,G.E; ZHANG,S.; WENA. BOTOND BALOGH, J.L.; FIGUEIREDO, F.; BEHLAU, J.B.J. Effect of Application Frequency and Reduced Rates of Acibenzolar-S-Methyl on the Field Efficacy of Induced Resistance Against Bacterial Spot on Tomato.**Plant Disease** v.96,N.2 p 221-227.2012

HWANG, B.K.; SUNWOO, J.Y.; KIM, Y.J; KIM, B.S. Hwang, B. K., Sunwoo, J. Y., Kim, Y. J., & Kim, B. S. Accumulation of β -1, 3-glucanase and chitinase isoforms, and salicylic acid in the DL- β -amino-n-butyric acid-induced resistance response of pepper stems to *Phytophthora capsici*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 51, p. 305-322, 1997.

IRITI, M.; MAPELLI, S.; FAORO, F. Chemical-induced resistance against postharvest infection enhances tomato nutritional traits. **Food Chemistry**, v.105, p.1040– 1046, 2007.

ISHIGE, F. et al. Identification of a basic glycoprotein induced by ethylene in primary leaves of azuki bean as a cationic peroxidase. **Plant Physiology**, v. 101, p. 193-199, 1993.

JESUS, C. O. **Genes envolvidos na indução de resistência de cafeeiro à *Hemileia vastatrix***. (Dissertação de mestrado em Fitopatologia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2009

JORGE, L. H. A. *Cultivo da Helicônia*. **Dossiê Técnico SENAI/AM – Escola SENAI“Antônio Simões”**, 2012.

KAUFFMANN, S., LEGRAND, M., GEOFFROY, P.; FRITIG, B. Biological function of “pathogenesis-related” proteins: four PR proteins of tobacco have 1,3- β -glucanase activity. **EMBO Journal**, Oxford, v. 6, p. 3209-3212, 1987.

KAVITHA, J.; JONATHAN, E.I.; UMAMAHESWARI, R. Field application of *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis* and *Trichoderma viride* for the control of

Meloidogyne incognita in sugarbeet. **Journal of Biological Control**, v. 21, n. 2, p. 211-215, 2007.

KIM, H. S.; PARK, J. Y.; CHOI, S. W.; CHOI, K. H.; LEE, G. P.; BAN, S. J.; LEE, C. H.; KIM, C. S. Isolation and Characterization of *Bacillus* Strains for Biological control. **Journal of Microbiology**, 2003.

KRESS, W.J.; BETANCUR, J; ECHEVERRY, B. **Heliconias – L lamaradas de la selva colombiana**. Cristina Uribe Editores, Bogota. 200p, 1999.

KUHN, J. O. **Indução de resistência em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) por acibenzolar-S- metil e *Bacillus cereus*: aspectos fisiológicos, bioquímicos e parâmetros de crescimento e produção**. 2007. 140 f. Tese (doutorado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

LAMAS, A. M. Floricultura Tropical: técnicas de cultivo. Recife: **SEBRAE**, p. 64, 2004.

LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M; PINHO, R. S. C. de. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, p.12, 2010.

LEITE, B.; RONCATO, L.D.; PASCHOLATI, S.F.; LAMBAIS, M.R.. Reconhecimento e transdução de sinais moleculares em interações plantas- fungos patogênicos. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo-RS v. 5, p. 235-280.. 1997.

LEMO, W. de P.; RIBEIRO, R. C.; SOUZA, L. A. de. ***Cornops frenatum frenatum* (Marschall) (Orthoptera: Acrididae)**: principal desfolhador em cultivos de *Heliconia* spp. (Heliconiaceae) no Estado do Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, Novembro, 2006. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico, 164).

LIMA, F. F. ***Bacillus subtilis* e níveis de nitrogênio sobre o desenvolvimento e a produtividade do milho**. 2010. 54f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina – PI, 2010.

LINS, S. R. O.; COELHO, R. S. B. Ocorrência de doenças em plantas ornamentais tropicais no Estado de Pernambuco, **Fitopatologia Brasileira**, n. 29, v. 3, p. 332-335, 2004.

LOGES, V. et al. Colheita, pós-colheita e embalagem de flores tropicais em Pernambuco. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.699-702, 2005.

MACAGNAN, D. Indução de Resistência e Biocontrole em Cacaueiro. In: RODRIGUES, F. Á. et al. Indução de resistência em plantas a patógenos. **Anais da III Reunião Brasileira Sobre Indução de Resistência em Plantas a Patógenos – Viçosa, MG**, 2007.

MACAGNAN, D.; ROMEIRO, R.S.; BARACAT-PEREIRA, M.C.; LANNA-FILHO, R.; BATISTA, G.S.; POMELLA, A.W.V. Atividade de enzimas associadas ao estado de indução em mudas de cacaueiro expostas a dois actinomicetos residentes de filopiano. **Summa Phytopathologica**, v.34, n.1, p.34-37, 2008.

MADRIZ, R., SMITS, G.B.; NOGUERA, R. Principales hongos patogenos que afectan algunas especies ornamentales del género *Heliconia*. **Agronomía Tropicale**, 41: 265-274, 1991

MAPA. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2015. Disponível em: https://www.extrapratica.com.br/BR_Docs/Portuguese/Instructions/12.pdf. Syngenta. Acesso em: 12 de dez 2019.

MARIANO, R.L.R.; KLOEPPER, J.W. Método alternativo de biocontrole: resistência sistêmica induzida por rizobactérias. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, v. 8, p. 121-137, 2000.

MARKOVICH, N. A.; KONONOVA, G. L. Lytic enzymes of *Trichoderma* and their role in plant defense from fungal diseases: a review. **Applied Biochemistry and Microbiology**, v. 39, p. 341-351, 2003.

MARTINS, S. J. et al. Biological control of bacterial wilt of common bean by plant growth- promoting rhizobacteria. **Biological Control**, v. 66, n. 1, p. 65–71, 2013.

MAUCH, F; STAEHELIN, L.A. Functional implications of the subcelular localization of ethylene-induced chitinase and β -1,3 glucanase in bean leaves. **Plant Cell**, Baltimore, v. 1, p. 447-457, 1989.

MENEZES. **Aspectos biológicos e taxonômicos de espécies do gênero *Colletotrichum***. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, RecifePE, vol. 3, p.170-179, 2006.

MÉTRAUX, J. P. Systemic acquired resistance and salicylic acid: current state of knowledge. **European Journal of Plant Pathology**, Berlin, v.107, p.13-18, 2001.

MONOT, C.; PAJOT, E.; LE CORRE, D.; SILUÉ, D. Induction of systemic resistance in broccoli (*Brassica oleracea* var *botrytis*) against downy mildew (*Peronospora parasitica*) by avirulent isolates. **Biological Control**, Orlando, v. 24, p. 75-81, 2002.

MONTGOMERY, R. Propagation of heliconia by seeds. **Bulletin Heliconia Society International**, Ft. Lauderdale, v. 1, n.2, p. 6-7, 1986.

MORRIS, S. W., VERNOOIJ, B., TITATARN, S., STARRETT, M., THOMAS, S., WILTSE, C. C., FREDERIKSEN, R. A., BHANDHUFALCK, A., HULBERT, S. UKNES, S. Induced resistance responses in maize. **Molecular Plant-Microbe Interaction** 11:643-658. 1998.

NAKAI, T. Notulae ad plantas Asiae Orientalis XVI. *Japanese Journal of Botany*.17: 189-203, 1941.

NASCIMENTO, T. O.; CARDOSO, V. L. J. L.; SILVA, P. C; SILVA, C. G.; DALBOSCO, E. Z.; HIEGA, K. M. R. e ARAÚJO, D. V. Doenças fúngicas em *Helicônia* no município de Tangará da Serra – MT. **Revista MT Horticultura**, 1: 008-011, 2015.

NICHOLSON, R. L.; HAMMERSCHMIDT, R. Phenolic compounds and their role in disease resistance. **Annual Review of Plant Pathology**. v. 107, p. 19-28, 1992.

NOGUEIRA, S. R.; NETO, R. C. A.; LUNZ, A. M. P. **Sombreamento para Controle da Antracnose na Produção de Mudanças de Açaí-solteiro**. 1 ed. Embrapa, 2016 (Folheto).

OLIVEIRA, A.C.C.; COELHO, R. S. B. Eficiência de fungicidas e indutor de resistência no controle da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em *Heliconia psittacorum* cv. Golden Torch. **Summa Phytopathologica**. 31: 94-96, 2005.

ONGENA, M.; JOURDAN, E.; ADAM, A.; PAQUOT, M.; BRANS, A.; JORIS, B.; ARPIGNY, J.-L.; THONART, P. Surfactin and fengycin lipopeptides of *Bacillus subtilis* as elicitors of induced systemic resistance in plants. **Environmental Microbiology**, v.9, p.1084-1090, 2007.

OOSTENDORP, M.; KUNZ, W.; DIETRICH, B.; STAUB, T. Induced disease resistance in plants by chemicals. **European Journal of Plant Pathology**, v. 107, p.19-28. 2001.

PANDEY, A.; YADAVA, L. P.; MISHRA, R. K.; PANDEY, B. K.; MUTHUKUMAR M.; CHAUHAN, U. K. Studies on the incident and pathogenesis of *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. Causes anthracnose of mango. **International Journal of Science and Nature**, v. 3, n. 2, p. 220-232, 2012.

PARK, K.; PARK, J. W.; LEE, S. W.; BALARAJU, K. Disease suppression and growth promotion in cucumbers induced by integrating PGPR agent *Bacillus subtilis* strain B4 and chemical elicitor ASM. **Crop Protection** 54 (2013) 199e205.

PASCHOLATI, S. F.; BLUMER, S.; REZENDE, D.C.; BRAND, S. C. Indução De Resistência Novos Conceitos e Aplicações. **Anais do X Simpósio de Controle de Doenças de Plantas e V Reunião Brasileira sobre Indução de Resistência em Plantas**. Lavras, MG, 2010.

PEREIRA, M.J.Z. **Reação de acessos *Capsicum* spp. a *Colletotrichum* sp., agente causal da antracnose das solanáceas**. 2005. 74f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) –Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2005.

PIETERSE, C.M.J.; VAN WEES, S.C.M.; VAN PELT, J.A.; KNOESTER, M.; LAAN, R.; GERRITS, H.; WEISBEEK, P.J.; VAN LOON, L.C. A novel signaling pathway controlling induced systemic resistance in Arabidopsis. **Plant Cell**, Baltimore, v. 10, p. 1571-1580, 1998.

PITTA, G. P. B. **Aspectos fitossanitários de plantas ornamentais**. In: Simpósio brasileiro de floricultura ornamental. 1995. Maringá. Simpósio, p. 128-160, 1999.

POLETO, I. **Nutrição, sombreamento e antagonismo biológico no controle da podridão – de – raízes da erva – mate (*Ilex paraguariensis* A. St. – Hill)**. 2008. 123f. Dissertação (Mestrado em Eng, Florestal) - Universidade de Feral de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

RAMAMOORTHY, V., VISWANATHAN, R., RAGUCHANDER, T., PRAKASAN, V., SAMIYAPPAN, R. Induction of systemic resistance by plant growth promoting rhizobacteria in crop plants against pests and diseases. **Crop Protection**, v.20, n.1, p.1-11, 2001.

RESENDE, M. L.; NOJOSA, J. B. A.; AGUILAR, M. A. G.; SILVA, L. H. C. P.; NIELLA, G. R.; CARVALHO, G. A.; GIOVANNI, G.. CASTRO, M. C. Perspectivas da indução de resistência em cacaueteiro contra *Crinipellis pernicios*a através do benzotiadiazole (BTH). **Fitopatologia Brasileira**, v. 25, p. 149-156, 2000.

REZENDE, J. A. M.; KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; **Manual de fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. 4ª Ed. Vol. 2, p. 542 – São Paulo: Agronômica Ceres, 2005.

RODRIGUES, A. C. P. S.; CAMARGOS, I. M. F.; ARAÚJO, D. O.; DUVAL, A. M. Q.; RODRIGUES, T. T. M. S. Severidade da mancha bacteriana e produtividade de tomateiro industrial com o uso de Acilbenzolar-S-Metil em diferentes intervalos de aplicação e estrobilurina – cultivo de inverno. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5, 2016. **Anais...** Montes Claros, IFNMG, 2016.

RUNDEL, P. W.; SHARIFI, M. R.; GIBSON, A. C.; ESLER, K. J. Structural and physiological adaptation to light environmental in neotropical *Heliconia* (Heliconiaceae). **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 14, p. 789 – 801, 1998.

RYU, C.M. et al. Bacterial Volatiles Induce Systemic Resistance in Arabidopsis. **Plant Physiology**, v.134, p.1017–1026, 2004.

SBALCHEIRO, C. C.; DENARDIN, N. D.; BRAMMER, S. P. Alterações de isoenzimas peroxidases em plantas de feijoeiro tratadas com biocontrolador do cretamento bacteriano comum. **Tropical Plant Pathology**, v.34, n.1, p.29-37, 2009.

SERRA, I.M.R.S.; COELHO, R.S.B. Mancha de *Pestalotiopsis* em helicônia: caracterização da doença e potenciais fontes de resistência. **Fitopatologia Brasileira**, n. 32, v.1, p. 044-049, 2007.

SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat, **Phytopathology**, v.70, p. 1183-1186, 1977.

SILVA, C. G.; V. L. J., SILVA, P. C.; SILVA, C. G.; DALBOSCO, E. Z.; MARA, K.; ARAÚJO, D. V. Helicônia: a beleza da flora Mato-grossense. **Revista MT Horticultura**, v. 1, n. 1, 2015.

SILVA, J. M. **Diversidade fúngica, seleção de genótipos e indução de resistência a *Colletotrichum* sp. em Heliconiaceae**. 2018. 85f. Dissertação - (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra – MT, 2018.

SILVA, R.F. **Indução de resistência em plantas de berinjela e tomate por *Lentinula edodes* e *Agaricus blazei* contra bactérias causadoras de murcha (*Ralstonia solanacearum*) e cancro (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*)** 2007 98f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) Escola Superior De Agricultura Luiz De Queiroz. Piracicaba -SP, 2007.

SMITH, C.J. Accumulation of phytoalexins: defense mechanisms and stimulus response system. **New Phytologist**, v. 132, p. 1-45, 1996.

SMITH, R. R. **A taxonomic revision of the genus *Heliconia* in Middle America**. A dissertation presented to the graduate council of the University of Florida, Florida, p. 344, 1968.

SOBRINHO, C. C. de M. **Diagnóstico fitossanitário e avaliação de algumas pragas de *Heliconia* spp. no Litoral Sul da Bahia**. Ilhéus-BA: UESC, 2008. 96p. (Dissertação- Mestrado em Produção Vegetal), 2008.

SPECHT, M. J. S.; BORGES, L. R.; PALUCH, M. Borboletas associadas à *Heliconia velloziana* L. Emygd. (Zingiberales: Heliconiaceae) no Estado de Pernambuco. **Revista Biociências**, v.17, n.1, p. 27-32, 2011.

STADNIK, M.J.; BETTIOL, W. Controle biológico de oídios. In: MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. **Controle Biológico**, Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, v. 2, p. 95-116, 2000.

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

STANGARLIN, J.R.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; CRUZ, M.E. S.; NOZAKI, M.H. Plantas medicinais e o controle alternativo de fitopatógenos. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v. 2, p. 16-21, 1999.

STICHER, L.B; MAUCH-MANI, B., MÉTRAUX, J.P. Systemic acquired resistance. **Annual Review of Phytopathology**, Lawrence, v. 35, p. 235-270, 1997.

STINTZI, A., HEITZ, T., PRASAD, V., WIEDEMANN-MERDINOGLU, S., KAUFFMANN, S., GEOFFROY, P., LEGRAND, M., FRITIG, B. Plant „pathogenesis related” proteins and their role in defense against pathogens. **Biochimie**, v. 75, p. 687-706, 1993.

TAIZ, L.; ZEIGER, F. **Fisiologia Vegetal. Metabólitos secundários e defesa vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 4a ed., p.342-372, 2009.

TAVANTI, T. R.; TAVANTI, R. F.; GALINDO, F. S.; SIMÕES, I.; DAMETO, L. S.; SÁ, M. E. D. Produtividade e qualidade de sementes de soja inoculadas com estirpes de *Bacillus subtilis*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 1, p. 65-71, 2020.

THORDAL-CHRISTENSEN, H., BRANDT, J., CHO, B. H., RASMUSSEN, S. K., GREGERSEN, P. L., SMEDEGAARD-PETERSEN, V.; COLLINGE, D. B., cDNA cloning and characterization of two barley peroxidase transcripts induced differentially by the powdery mildew fungus *Erysiphe graminis*, **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 40, p. 395, 1992.

VALDERRAMA, P.; FABIANE, M.; CLEMENTE, E. Efeito do tratamento térmico sobre a atividade de peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) em maçã (*Mallus comunis*). **Food Science and Technology**, v. 21, n. 3, p. 321-325, 2001.

VALLAD, G.E.; GOODMAN, R.M. Systemic acquired resistance and induced systemic resistance in conventional agriculture. **Crop Science**, Madison, v. 44, p. 1920-1934, 2004.

VAN LOON, L.C.; BAKKER, P.A.H.M.; PITERSE, C.M.J. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. **Annual Review of Phytopathology**, v.36, p.453-483, 1998.

VAN LOON, L. C.; REP, M.; PIETERSE, C. M. J. Significance of inducible defense-related proteins in infected plants. **Annual Review of Phytopathology**, v. 44, p. 135-162, 2006.

VAN LOON, L. C.; VAN STRIEN, E. A. The families of pathogenesis-related proteins, their activities, and comparative analysis of PR-1 type proteins. **Physiological and Molecular Plant pathology**, v. 55, p. 85-97, 1999.

VAN LOON, L.C.; PIERPOINT, W.S.; BOLLER, T.; CONEJERO, V. Recommendations for naming plant pathogenesis-related proteins. **Plant Molecular Biology Reporter**, v.12, n.3, p.245-264, 1994.

VANCE, C.P.; KIRK, T.K.; SHERWOOD, R. Lignification as a mechanism of disease resistance. **Annual Review of Phytopathology**, v.18, p.259-288, 1980.

VOGELSANG, R.; BARZ, W. Purification, characterization and differential hormonal regulation of a β -1,3 glucanase and two chitinases from chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Planta**, v.189, p.60-69, 1993.

WARUMBY, J.F.; COELHO, R. S. B.; LINS, S. D. O. **Principais doenças e pragas em flores tropicais no Estado de Pernambuco**. Recife: Sebrae, p. 98, 2004.

YAO, A.; BOCHOW, H.; KARIMOV, S.; BOTUROV, U.; SANGINBOY, S.; SHARIPOV, A. Effect of FZB24® *Bacillus subtilis* as a biofertilizer on cotton yields in field tests. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, Berlin, v. 39, n. 4, p. 323-328, 2006.

ZUCARELI, C.; BARZAN, R. R.; SILVA, J. B. Bradford, D.; CHAVES, D. P. Associação de fosfatos e inoculação com *Bacillus subtilis* e seu efeito no crescimento e desempenho produtivo do feijoeiro. **Revista Ceres**, v. 65, n. 2, p. 189-195, 2018.