



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

JOÃO VICTOR DA SILVA MARTINS

**ELICITORES DE RESISTÊNCIA NO MANEJO DE *Fusarium* sp.
EM MILHO**

AREIA-PB

OUTUBRO – 2019

JOÃO VICTOR DA SILVA MARTINS

**ELICITORES DE RESISTÊNCIA NO MANEJO DE *Fusarium* spp. EM
MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Universidade Federal da Paraíba, como parte
das exigências para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Prof. Dra. Luciana Cordeiro do Nascimento
Orientadora

AREIA – PB
OUTUBRO DE 2019

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

M386e Martins, Joao Victor da Silva.

Elicitores de resistência no manejo de Fusarium sp. em milho / Joao Victor da Silva Martins. - Areia, 2019.

51 f. : il.

Orientação: Luciana Cordeiro do Nascimento.
Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Atividade Enzimática. 2. Controle alternativo. 3. Indução de resistência. 4. Zea mays L. I. Nascimento, Luciana Cordeiro do. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

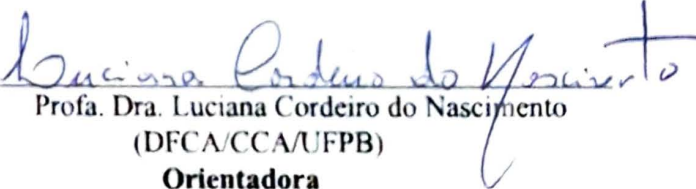
JOÃO VICTOR DA SILVA MARTINS

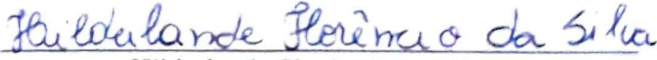
ELICITORES DE RESISTÊNCIA NO MANEJO DE *Fusarium* sp. EM MILHO


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal da Paraíba, como parte das exigências para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em 17 de Outubro de 2019

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dra. Luciana Cordeiro do Nascimento
(DFCA/CCA/UFPB)
Orientadora


Hilderlande Florêncio da Silva
Doutoranda em Agronomia
(PPGA/CCA/UFPB)
Examinadora


Otília Ricardo de Farias
Doutoranda em Agronomia
(PPGA/CCA/UFPB)
Examinadora

DEDICATÓRIA

*Aos meus amados e guerreiros pais,
**Luciene da Silva Martins e Manuel
Ferreira Martins** por todo amor,
esforço, apoio e dedicação para que
esse sonho se tornasse realidade.*

*A minha irmã **Beatriz da Silva Martins**,
por todo amor, apoio carinho e
compresão durante essa trajetória.*

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder a dádiva da vida. Por estar comigo, no meu deitar e no meu despertar. Pela concessão da saúde, da força, do discernimento e sabedoria, sobretudo servir como guia e refúgio nos momentos das tribulações.

Aos meus pais, Manuel Martins e Luciene da Silva, por todo amor, carinho, apoio, esforço, amizade, dedicação, por todo sacrifício e por tudo que fizeram e fazem na minha vida para que esse sonho viesse a se realizar. Por serem um dos meus motivos de força diária. Por serem a base maior para formação do meu caráter. A vocês, minha eterna gratidão.

A minha irmã Beatriz Martins por sempre me admirar, por todo amor, apoio, carinho e incentivo, e também por aguentar as minhas chatices. Ao meu irmão Maximiliano Martins por sempre estar presente em minha vida.

Aos meus avós maternos, Josefa Santos e José Tomás, por sempre me incentivarem e acreditarem em mim. Aos meus avós paternos Josefa Ferreira e José Martins (*in memoriam*), que já não se encontra entre nós, mas sei que olham por mim.

Ao meu tesouro, minha bisavó materna ou como eu a carinhosamente a chamo, minha “véa” Maria das Neves, pelo simples fato de existir na minha vida e torná-la mais linda e graciosa.

A minha orientadora Prof. Dra. Luciana Cordeiro do Nascimento, por toda orientação, entrega, conselhos, conhecimentos passados, carinho, pelo acolhimento que sempre teve para comigo, e, sobretudo pela amizade que se consolidou ao longo desses quase 5 anos. Exemplo de amiga e profissional. À senhora, meu muito obrigado pela grande contribuição na minha vida pessoal e profissional.

Ao meu Tutor Prof. Dr. Jacinto de Luna Batista, por toda orientação, ensinamentos, conselhos, amizade e momentos de descontrações que contribuíram na minha formação pessoal e profissional.

Ao meu grande amigo Bruno Martins, por todos os momentos de convivência diária, pela amizade, conversas, conselhos, ensinamentos, brincadeiras e por ser fonte de inspiração para mim. Um verdadeiro presente de Deus, que com certeza irei levar para a vida.

A minha namorada Wilma Celedonio pelo carinho, paciência e pelo incentivo durante esse momento que se realizara em minha vida.

A todos os colegas que estão ou já passaram no Laboratório de Fitopatologia: Rommel Siqueira, Ótilia de Farias, Isadora Medeiros, Mirelly Porcino, Jakeline Florêncio, Hortência Couras, Silvana Nunes, Guilherme Chaves, Bárbara Tico, Leornado Dantas, Larissa Almeida,

Hiago Antônio, Gabriel Ginane, João Elias, Breno Oliveira (*in memoriam*), e aos técnicos, Dona Francisca Souto e Sr. Tomás Aquino pela troca de experiência, momentos de descontração e pela ajuda direta ou indireta de cada um.

De maneira especial aos amigos que contribuíram e ajudaram na execução deste trabalho: Hilderlande Florêncio, Larissa Almeida, Edcarlos Camilo, José Manoel Ferreira, Felipe Coutinho, Daniele Batista e Romário Figueiredo, pela troca de conhecimento, experiências e todo empenho de vocês.

Ao grupo PET Agrobio e a todos integrantes e amigos, em especial: Daniele Batista, Izaias Romario, Letícia Lacerda, Paulo Cartaxo, Dennis Miranda, Maciel Rocha e Heloisa Martins.

Aos integrantes da Turma 2015.1: André Luís, Bruno Martins, Priscila Duarte, Daniele Batista, Felipe Marinho, Izaias Romario, Edileide Natália, Letícia Lacerda, Mariana Dias, Paulo Cartaxo, João Vitor Andrade, Maurício Alves, Diego Melo, Ayrton Ravelly, Matheus Mendes, Aderson Pedro e Verônica Rodrigues por termos vivido, nos confraternizados, partilhado momentos... E acima de tudo criado laços de amizade que com certeza irão perdurar por muito tempo.

Por fim, agradeço a todos os meus familiares e amigos que sempre confiaram e acreditaram em mim, em especial minhas tias Joseli Santos e Joselita Santos, meu tio João Martins, e meu grande amigo Vam, pela imensa ajuda, para que eu pudesse chegar até aqui.

EPÍGRAFE

*Combati o bom combate,
terminei a carreira,
gardei a fé.”*

2 Timóteo 4:7-8

RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) destaca-se sendo um dos cereais mais cultivados e consumidos no mundo. Existem muitos fatores que afetam o sucesso produtivo da cultura no campo, como é o caso das doenças causadas por fungos, com destaque para as espécies do gênero *Fusarium* sp. Com isso, objetivou-se determinar o efeito de diferentes elicitores no manejo da murcha de *Fusarium* sp. em sementes de milho crioulo roxo. O experimento foi realizado no Laboratório de Fitopatologia (LAFIT) do Centro de Ciências Agrárias CCA-UFPB, Areia-PB. Foram utilizados sete tratamentos: Testemunha (Água destilada esterilizada); Rocksil[®] (3 g L⁻¹); Proagrim[®] (3 g L⁻¹); Bion[®] (0,4 g L⁻¹); Agrosílico[®] (3 g L⁻¹); Ecolife[®] (3 mL L⁻¹) e Fungicida Tiabendazol (1,0 g L⁻¹). Realizou-se teste de sanidade do lote, onde utilizou-se 200 sementes divididas em 20 repetições; foi realizada a avaliação do efeito dos elicitores na qualidade fisiológica das sementes; o teste *in vitro*, onde foi determinado o diâmetro médio (DMC), índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM), percentual de inibição do crescimento micelial (PIC), esporulação (ESP.) e percentual de inibição da esporulação (PIE); o efeito dos elicitores nas trocas gasosas, onde determinou-se a assimilação líquida de CO₂ (A), condutância estomática (gs), concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (Ci), transpiração (E), eficiência no uso da água, eficiência intrínseca no uso da água, eficiência instantânea de carboxilação e a temperatura foliar (TF); e foi determinada a atividade das enzimas peroxidase, polifenoloxidase e fenilalanina amônia-liase. Os resultados mostraram que foram identificados cinco gêneros fúngicos: *Fusarium* sp. (49,5%), *Aspergillus* sp. (30,5%), *Penicillium* sp. (16%), *Rhizopus* sp. (11,5%) e *Cladosporium* sp. (1,5%) no lote de sementes. Observou-se também que os tratamentos não afetaram a qualidade fisiológica das sementes. Para os teste *in vitro*, foi verificado efeito fungistático dos elicitores Rocksil[®] e Ecolife[®] e Bion[®] sobre o *Fusarium* sp.. Em relação a atividade enzimática, não foi possível identificar diferença significativa entre os tratamentos. Portanto, nas condições testadas, os elicitores não tiveram influência na qualidade fisiológica das sementes de milho crioulo roxo. Os elicitores Roksil[®] e Ecolife[®] e Bion[®] tiveram efeito fungistático sobre o *Fusarium* spp.. Com aplicação dos elicitores via sementes, não foi verificada alteração na atividade enzimática.

Palavras Chaves: Atividade enzimática; Controle alternativo; Indução de resistência; *Zea mays* L.

ABSTRACT

Corn plants (*Zea mays* L.) stands out as one of the most cultivated and consumed cereals in the world. There are many factors that affect the productive success of the crop in the field, such as fungal diseases, especially the species of the genus *Fusarium* spp. The objective of this study was to determine the effect of different elicitors on the management of *Fusarium* sp. in purple creole corn seeds. The experiment was carried out at the Phytopathology Laboratory (LAFIT) of the Center for Agricultural Sciences, CCA-UFPB, Areia-PB. Seven treatments were used: Control (Sterile Distilled Water); Rocksil® (3 g L⁻¹); Proagrim® (3 g L⁻¹); Bion® (0.4 g L⁻¹); Agrosilicon® (3 g L⁻¹); Ecolife® (3 mL L⁻¹) and Thiabendazole Fungicide (1.0 g L⁻¹). A sanity test was performed, with 200 seeds divided into 20 repetitions. The effect of the elicitors on the physiological quality of the seeds was evaluated. In vitro test, which determined the mean diameter (DMC), mycelial growth rate index (IVCM), percentage of mycelial growth inhibition (PIC), sporulation (ESP.) and percentage of sporulation inhibition (PIE); the effect of elicitors on gas exchange, where the net CO₂ assimilation (A), stomatal conductance (gs), intercellular space CO₂ concentration (Ci), transpiration (E), water use efficiency, intrinsic efficiency were determined. water use, instantaneous carboxylation efficiency and leaf temperature (TF); and the activity of the enzymes peroxidase, polyphenoloxidase and phenylalanine ammonia lyase were determined. The results showed that five fungal genera were identified: *Fusarium* sp. (49.5%), *Aspergillus* sp. (30.5%), *Penicillium* sp. (16%), *Rhizopus* sp. (11.5%) and *Cladosporium* sp. (1.5%) in the seeds. It was also observed that the treatments did not affect the physiological quality of the seeds. For in vitro tests, a fungistatic effect of Rocksil®, Ecolife® and Bion® elicitors on *Fusarium* sp. was observed, For enzymatic activity, it was not possible to identify significant differences between treatments. Therefore, under the conditions tested, elicitors had no influence on the physiological quality of purple creole corn seeds. Rocksil®, Ecolife® and Bion® elicitors had a fungistatic effect on *Fusarium* spp. With the application of elicitors via seeds, there was no change in enzymatic activity.

Key words: Enzymatic activity; Alternative control; Resistance induction; *Zea mays* L.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Incidência de fungos em sementes de milho ‘roxo’ crioulo (<i>Zea mays</i> L.) produzidas no estado da Paraíba. CV (%): 12,87.	30
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios de germinação (GE), primeira contagem (PC), comprimentos da parte aérea (CPA), raiz (CPR), plântula (CPL), matéria seca de parte aérea (MSA), raiz (MSR), plântula (MSP) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de milho rôxo crioulo (*Zea mays* L.) tratadas com elicitores e fungicida. 322

Tabela 2. Valores médios de emergência (EM), primeira contagem (PC), comprimentos da parte aérea (CPA), raiz (CPR), plântula (CPL), matéria seca de parte aérea (MSA), raiz (MSR), plântula (MSP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de milho crioulo (*Zea mays* L.) tratadas com elicitores e fungicida. **Erro! Indicador não definido.**3

Tabela 3. Diâmetro médio da colônia (DMC), índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM), percentual de inibição do crescimento micelial (PIC), esporulação (ESP.) e percentual de inibição da esporulação de *Fusarium* sp., sob aplicação de elicitores e fungicida. 355

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVO	16
2.1 Geral	16
2.2 Específicos	16
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
3.1 Aspectos gerais da cultura e importância econômica do milho (<i>Zea mays</i> L.).....	17
3.2 Fusariose no milho	18
3.3 Indução de Resistência de Plantas a Patógenos	19
3.4 Elicitores de resistência no manejo de doenças de plantas	21
4. MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 Localização do Experimento.....	23
4.2 Obtenção das sementes	23
4.3 Teste de sanidade.....	23
4.4 Origem do isolado de <i>Fusarium</i> sp. e tratamentos nas sementes de milho roxo	23
4.5 Controle in vitro de <i>Fusarium</i> sp. com elicitores de resistência	24
4.6 Qualidade fisiológica de sementes de milho rôxo tratadas com elicitores	25
4.6 Avaliação do efeito nas trocas gasosas em plantas de milho rôxo tratadas com elicitores de resistência	27
4.7 Atividade enzimática de sementes de milho rôxo tratadas com elicitores	27
4.8 Delineamento experimental e análise estatística	29
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
5.1 Teste de Sanidade em sementes de milho rôxo.....	30
5.2 Qualidade fisiológica de sementes de milho rôxo tratadas com elicitores	31
5.3 Controle in vitro de <i>Fusarium</i> sp. com elicitores de resistência	34
5.4 Avaliação do efeito nas trocas gasosas em plantas de milho rôxo tratadas com elicitores de resistência	36
5.5 Atividade enzimática de sementes de milho rôxo tratadas com elicitores	37
6. CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) destaca-se sendo um dos cereais mais cultivados e consumidos no mundo. Isso ocorre principalmente pelo seu elevado potencial nutricional e a viabilidade no preço, fazendo com que a cultura seja utilizada na alimentação humana e animal, compondo silagem e rações (GOMES et al., 2018; BARBOSA et al., 2019).

A cultura é plantada do em todas as regiões do Brasil em diversas condições de clima e cultivo, devido ao seu poder de adaptabilidade e às novas cultivares existentes no mercado. A produção brasileira é de cerca de 80 milhões de toneladas por ano, classificando o país como o terceiro maior produtor, ficando atrás apenas dos Estados Unidos com 370,9 milhões de toneladas e China com 215,8 milhões, e o segundo maior exportador do mundo desta *commodity* superado apenas pelos norte-americanos (FAO, 2018).

Mesmo sendo umas das culturas de maior importância no contexto mundial, ainda existem muitos fatores que afetam o sucesso produtivo e o estabelecimento da planta no campo. Dentre esses fatores, a qualidade sanitária e fisiológica das sementes é um dos parâmetros de maior expressão a ser observado (HENNING et al., 2005; FARIAS, 2017), considerando que a maioria das doenças de importância agrícola são disseminadas por sementes.

Segundo Oliveira (2017) a classe de milho denominado crioulo é datada por possui grande variabilidade genética atrelada à elevada rusticidade. Quando empregadas em condições de baixo emprego tecnológico de cultivo, as variedades convencionais podem apresentar desempenho próximo ou aquém das variedades crioulas. Segundo Abreu et al. (2007), o uso das variedades crioulas, constitui numa alternativa para a sustentabilidade dos pequenos agricultores oriundos da agricultura familiar.

Os microrganismos estão relacionados diretamente com a baixa germinação e vigor das plantas, culminado em um acelerado processo de deterioração das sementes durante o armazenamento, refletindo de maneira direta na produtividade (SILVA et al., 2014). No milho, a maioria das doenças que incidem na cultura, tem seus agentes causais transmitidos por sementes (BAHRAMINEJAD; ABBASI; AMIRI, 2015).

Dentre os principais gêneros de fungos fitopatogênicos associados à cultura do milho e que são disseminados pelas sementes destacam-se *Fusarium graminearum* Schwabe (teleomorfo, *Gibberella zae* (Scw.) Petch) e *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg (sinônimo, *Fusarium moniliforme* Sheldon; teleomorfo, *Gibberella moniliformes*, sinônimo, *Gibberella fujikuroi*), acometendo a cultura em todos os estádios de desenvolvimento

(SARTORI et al. 2004; RAMOS et al., 2014). As espécies de *Fusarium* causam podridões da base do colmo, elencadas como sendo umas das doenças mais importantes da cultura, devido aos danos diretos ocasionados e podridões de espiga (BORIN et al. 2017).

As principais medidas para evitar a proliferação da doença em campo é o emprego de sementes sadias e tratamento com fungicidas. No entanto, uso desses produtos sintéticos na agricultura, está resultando seleção de fungos fitopatogênicos resistentes a agrotóxicos. As fortes evidências dos efeitos nocivos desses produtos para o meio ambiente e a saúde humana, levaram a uma crescente busca por alternativas de controle (KEFIALEWA; AVALEWB 2008; HILLEN et al., 2012).

O uso da indução de resistência ativa os mecanismos latentes de resistência da planta com o uso de agentes bióticos ou abióticos, impedindo ou retardando a entrada e posterior atividade do patógeno em seus tecidos (ABDEL-KADER et al., 2013; SHAH et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2016). Pode atuar como desencadeador do processo de indução, podendo estimular a produção de enzimas ligadas á patogênese, que produzem substâncias a partir de seu metabolismo secundário, bem como a formação de diferentes compostos fenólicos que são tóxicos aos fungos (BONETT et al., 2012; DEMARTELAERE et al. 2017).

Assim, a busca por métodos que reduzam os impactos dos produtos químicos na agricultura e os danos provocados por fitopatógenos, constituem em alternativas promissoras dentro do manejo integrado de doenças de plantas.

2. OBJETIVO

2.1 Geral

- ✓ Determinar o efeito de diferentes elicitores no manejo da murcha de *Fusarium* sp. em sementes de milho ‘Rôxo’

2.2 Específicos

- ✓ Analisar a qualidade sanitária das sementes de milho crioulo roxo;
- ✓ Definir o efeito potencial dos elicitores no controle *in vitro* do *Fusarium* sp.;
- ✓ Analisar a qualidade fisiológica de sementes milho crioulo tratadas com Rocksil[®], Proagrim[®], Bion[®] (Acibenzolar-S-metil), Agrosílicio[®] e Ecolife[®];
- ✓ Estabelecer o efeito dos elicitores nas trocas gasosas em plantas de milho crioulo roxo;
- ✓ Avaliar a eficácia de elicitores abióticos na indução de resistência de plantas de milho crioulo ‘Rôxo’ à *Fusarium* spp. e determinar a atividade enzimática envolvida no mecanismo de defesa vegetal em plantas de milho tratadas com elicitores.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Aspectos gerais e importância econômica da cultura do milho (*Zea mays* L.)

O milho (*Zea mays* L.) é uma monocotiledêa, gramínea pertencente à família *Poaceae*, subfamília *Panicoideae* e gênero *Zea*. é considerada uma espécie monotípica. É uma das culturas mais importantes e exploradas no mundo, sendo o Brasil o terceiro maior produtor precedido pelos EUA e pela China, e o segundo maior exportador de milho perdendo apenas para o EUA (ECKERT et al., 2018; MIRANDA et al., 2018).

A planta é caracterizada por possuir colmo ereto, divididos em nós e entre nós, com alturas variando de 1,50 a 2,00 metros de altura. A altura da planta pode variar também com a variedade híbrido e as condições onde o mesmo está inserido, como por exemplo, disponibilidade de água e a fertilidade do solo. As folhas são completas apresentam bainha, limbo foliar e pecíolo, dispostas alternadamente. O sistema reprodutivo da planta apresenta pedúnculo único, alto e com folhas múltiplas, sendo considerada monoica, pois contém flores masculinas e femininas no mesmo indivíduo (MAGALHÃES; DURÃES, 2006; BARROS; CALADO, 2014; SILVA 2018).

As fases de crescimento e desenvolvimento da cultura são comuns a todas as plantas, apresentando um padrão de desenvolvimento, no entanto, os intervalos de tempo, são específico entre os estádios e o número total de folhas desenvolvidas. A fase reprodutiva inicia quando estilos-estigmas apresentam visíveis externamente a espigas tem fim no ponto de maturidade fisiológica (FARINELLI; LEMOS, 2010; BARBOSA et al., 2019).

O Brasil é uma referência mundial na produção de milho, sendo o terceiro maior produtor do grão, com uma produção de 82,1 milhões de toneladas na safra de 2017/2018, superado apenas pelos Estados Unidos e China, com 370,9 e 215,8 milhões de toneladas, respectivamente, e segundo maior exportador do cereal, ficando atrás apenas dos Estados Unidos. A estimativa para safra de 18/19 é de 96,0 milhões de toneladas (USDA, 2018; CONAB, 2018). Os estados que detém as maiores produções são Mato Grosso, Paraná, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo 4,5% (CONAB, 2018).

Na região Nordeste, a produção de milho é tida como pouco expressiva, embora o aumento das áreas plantadas, principalmente nos estados da Bahia, Maranhão, Piauí e Sergipe, totalizaram no ano de 2018, uma produção de aproximadamente 6.800 milhões de toneladas de grãos.

A Paraíba, na safra 2018, obteve uma produção de 86,5 mil toneladas, numa área plantada de 105 mil hectares. Diante disso, ocupa apenas a 7º posição dos estados nordestinos

mais produtivos, ficando à frente de Sergipe e Rio Grande do Norte (CONAB, 2018).

3.2 Fusariose no milho

Na literatura são diversos os fatores, que comprometem a produção, como por exemplo, escolha da variedade, condições edafoclimáticas, e técnicas de manejo, sendo responsáveis pelo baixo rendimento da cultura. Um dos principais problemas são as doenças cuja maioria são transmitida através de sementes infectadas e/ou contaminadas, causando perdas acentuadas tanto no campo como no armazenamento (KUMAR et al., 2017).

Os fungos do gênero *Fusarium* spp., são considerados os principais patógenos causadores de podridões da base do colmo e de espigas em milho podendo causar tanto infecções sintomáticas, quanto assintomáticas (LANZA et al., 2016). Os representantes desse gênero caracterizam-se por serem cosmopolitas e habitantes do solo. Possuem crescimento rápido, colônias com micélios aéreos e ramificados quais são denominados de microconídios unicelulares, uninucleados e fusiformes e macroconídios, multicelulares, de coloração variando de pálidos a coloridos. Os esporos apresentam duas formas, mas, cada célula tem apenas um núcleo (SANDOVAL, 2010; MACIEL, 2012; FRIAS, 2014; SOUZA, 2017).

Dentro do complexo de espécies do gênero *Fusarium* spp., pode se destacar como principais os fitopatógenos que infectam a cultura do milho, destacando-se *Fusarium verticillioides* e *Fusarium graminearum*. Ambos causam diversas doenças, como podridões radiculares, morte de plântulas, e principalmente as podridões de espigas, podridões da base do colmo (PBC), podendo levar a reduções na produtividade e qualidade de grãos (MUNKVOLD, 2003; KUHNEM JUNIOR et al., 2013).

Segundo Spagnollo et al., (2016) são diversos fatores que determinam o aumento das podridões no milho, como por exemplo, desequilíbrio nutricional entre os colmos e as espigas, elevada competição por nutrientes fundamentais ao crescimento da planta e também afeta a disponibilidade de água. Todos esses elementos alinhados são responsáveis por preconizar a senescência nos tecidos, favorecendo o aumento da suscetibilidade ao ataque de fungos causadores de podridões.

Outro aspecto relevante, citado por Wordell Filho; Spagnollo (2013) é que esses fungos também estão intimamente associados aos grãos ardidos, evento este, que ocorre quando há colonização da espiga. Esse distúrbio leva a presença de micotoxinas nos grãos, como as fumosinas, que são altamente prejudiciais à humanos e animais além de constituírem uma das principais causas da redução da qualidade do milho.

As podridões causadas por *F. verticillioides* e *F. graminearum* ocorre principalmente em tecidos senescentes, no final de ciclo ou quando as plantas sofrem estresse, pois na maioria dos casos, as plantas apresentam baixos teores de carboidratos e substâncias fungistáticas. Os sintomas aparecem após o evento da polinização, aumentando a severidade próxima à maturação fisiológica. No caso das podridões da base do colmo, os tecidos dos nós e entrenós ficam avermelhados evoluindo da base para o ápice, e ao final de colonização, ocorre o rachamento dos tecidos causando a quebra prematura no estande de plantas (KUHNEM JÚNIOR et al., 2013) .

3.3 Indução de Resistência de Plantas a Patógenos

Ao longo de milhões de anos, as plantas desenvolveram mecanismos cujo o principal objetivo é responder a estresses abióticos, como seca, salinidade e alta temperatura e bióticos, como no caso dos fitopatógenos (SHAH; ZEIER, 2013; SHAH et al., 2014). Geralmente os mecanismos de defesa que, naturalmente estão presentes no vegetal, permanecem inativos ou latentes até que sejam ativados após a exposição com agentes indutores (OLIVEIRA et al., 2016).

Segundo SCHWAN-ESTRADA et al., (2008) os mecanismos de defesa de uma planta podem ser estruturais e bioquímicos, ambos pré e/ou pós-formados em relação à tentativa de penetração do patógeno no hospedeiro. Os mecanismos estruturais constituem-se em barreiras físicas à penetração e/ou colonização do patógeno, enquanto que os mecanismos bioquímicos englobam substâncias capazes de inibir o desenvolvimento do patógeno ou gerar condições adversas para a sobrevivência nos tecidos do hospedeiro, implicando em mudanças na expressão da doença.

De maneira geral, os mecanismos de resistência pré e pós-estruturais podem ser passivos ou construtivos, tomando como exemplo as alterações que podem ocorrer na cutícula, tricomas, estômatos, vasos condutores, papilas, halos, lignificação, tiloses do vegetal. Os bioquímicos pré-formados são os fenóis, alcalóides e glicosídicos. Já os bioquímicos e pós-formados ou induzíveis são as fitoalexinas, proteínas relacionadas à patogênese e espécies ativas de oxigênio (STANGARLIN et al., 2011).

BOSTOCK et al., (2014) abordam o conceito de indução de resistência de plantas a patógenos, como sendo a ativação dos mecanismos de defesa vegetal contra doenças, tendo a capacidade de ser induzido sistemicamente através de agentes indutores, que podem ser de

natureza biótica ou abiótica e que promovam a ativação de vários genes que ativadores da defesa na planta.

As plantas possuem vários mecanismos de defesa contra patógenos. A resposta hipersensibilidade (HR), caracterizada por rápida morte celular no local da infecção, a resistência sistêmica adquirida (SAR) e resistência sistêmica induzida (ISR) são os meios pelos quais as plantas ativam seu aparato de defesa não apenas no local de indução, mas também em outros locais, após serem expostos a um agente indutor (OLIVEIRA et al., 2016).

Quando o aparato perceptivo das plantas reconhece o indutor, há ocorrência de sinais bioquímicos intracelulares, promovendo a transdução. Como resultado, ocorre a codificação das PR-proteínas intimamente ligadas à patogênese, tais como glucanases, quitinases, proteínas ativadoras das lizoenzimas e glicoproteínas. Outro fato, é que as proteínas de resposta também podem ser enzimas que atuam nas vias biossintéticas de lignificação de paredes celulares e produção de fitoalexinas e que são oxidativas, como por exemplo, a peroxidase (POD), a polifenoloxidase e a fenilalanina amônia liase (EBRAHIM et al., 2011; DEMARTELAERE et al., 2017).

A peroxidase (POX) está presente em uma gama de células vegetais, animais e de microrganismos. É classificado como sendo uma proteíνας-RP, ou seja, ligadas à patogênese e pertencente à família PR-9 (VAN LOON; VAN STRIEN, 1999; LORENZETTI, 2015). A POX é uma enzima oxidorredutora que participa efetivamente na oxidação dos fenóis, espécies reativas de oxigênio, produção de fitoalexinas e formação de barreiras estruturais que reforçam a parede celular, nos processos de lignificação, suberização das células das plantas hospedeiras (ANDRADE, 2015; XIE et al., 2017).

A polifenoloxidase (PPO) está incluída no grupo das oxirredutases e estão envolvidas na oxidação dos polifenóis (PATEL et al., 2017). Segundo Andrade (2015) quando há lise da célula, ocasionada pela ação de agentes patogênicos ou por processos fisiológicos naturais, como a senescência, a PPO é liberada e dá início ao processo de oxidação de compostos fenólicos para quinonas, culminado assim, em um produto mais tóxico para os microrganismos, bem como auxiliam na lignificação celular durante o estresse causado pelo patógeno.

A fenilalanina amônia-liase (PAL) é uma enzima primária PAL é uma enzima primária no metabolismo dos fenilpropanóides, convertendo a fenilalanina em ácido transcinâmico, precursor de compostos fenólicos e envolvidos na síntese de fitoalexinas bem como na expressão de outras proteínas PR, como β -1, 3-glucanases (família PR-2) e

quitinases (Família PR-3), que estão diretamente ligadas a degradação da parede celular dos fungos (PATEL et al., 2017).

3.4 Elicitores de resistência no manejo de doenças de plantas

A busca de novas estratégias para o manejo de doenças causados por fitopatógenos tem apresentado destaque na pesquisa científica, considerando-se os possíveis prejuízos obtidos com o uso exclusivo do controle químico. Esse método se constitui na principal estratégia utilizada e que tem feito surgir variedades resistentes ou tolerantes, assim como a crescente preocupação com os impactos negativos ao homem e ao meio ambiente (MANDAL et al., 2009).

Em decorrência do cenário atual, a demanda por produtos alternativos, como por exemplo, o uso de moléculas indutoras, tem aumentado. Os chamados elicitores bióticos ou abióticos são capazes de desencadear efeitos fungitóxicos sobre o patógeno e\ou indiretos como é caso o uso da resistência sistêmica adquirida (SAR), sendo esta um mecanismo que oferece proteção duradoura contra um amplo espectro de microorganismos, causando uma gama de respostas metabólicas e fisiológicas, relacionados à defesa da planta (NASIR et al., 2014; AGHDAM, et al., 2016)

Entre os elicitores abióticos, o uso de silício (Si) vem tomando elevada importância. É considerado um micronutriente, e quando presentes ou aplicados na planta em condições de estresse, como por exemplo o ataque de fitopatógenos, é capaz de minimizar a severidade de doenças (SANTOS et al., 2014).

A resistência induzida promovida por produtos a base de silício na planta consiste na formação de barreiras físicas e químicas, provocadas a partir da lignificação da parede celular, formação de papilas ou indução de proteínas de defesa (UCHÔA et al., 2014). Sua eficiência é comprovada no trabalho de Kirinus et al., (2018), onde o mesmo promoveu a redução no índice de podridão em laranjas (*Citrus* spp.) e por Gomes; Nascimento (2018) usando o agrosilício Plus em feijão-fava (*Phaseolus lunatus*).

O uso desses possíveis elicitores pode estimular a produção de peroxidase, polifenoloxidase e fenilalanina enzimas amônia-liase, que produzem metabolitos secundários que induzem resistência através do mecanismo indireto, bem como a formação de diferente compostos fenólicos tóxicos para fungos (mecanismo direto) (BONETT et al. 2012).

O Proagrim[®] é um produto comercial, que possui uma formulação a base de um composto mineral, a Cal, mais óleo de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) (Oliveira et al.,

2014). No entanto, até o presente momento, não existe literatura que descreva a utilização do mesmo para o controle de doenças.

O acibenzolar-s-metil é amplamente conhecido como ASM ou pelo nome comercial Bion[®]. É um produto um análogo funcional do ácido salicílico e que tem sua eficácia comprovada, pela ativação de proteínas e aumento de atividades de enzimas relacionadas à patogênese (KIRINUS, et al., 2018). A eficiência do produto foi verificada sob o controle da antracnose do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) (SIQUEIRA et al., 2019), constatado também sua eficiência no controle da podridão negra do abacaxizeiro (*Ananas comosus*) (SOUZA, et al., 2015).

O Ecolife[®] é considerado um elicitador biótico, que possui na sua composição, biomassa cítrica. Gomes; Nascimento (2018) verificaram o potencial de eficácia do mesmo no uso da antracnose em feijão-fava.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização do Experimento

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Fitopatologia (LAFIT), pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais (DFCA), do Centro de Ciências Agrárias (CCA), Campus II, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia, Paraíba.

4.2 Obtenção das sementes

As sementes de milho roxo foram adquiridas de um produtor comercial colhidas na safra de 2018, oriundo de agricultura familiar e localizado no município de Sousa – PB, sob as coordenadas 6° 43' 56" S e 38° 15' 41" O.

4.3 Teste de sanidade

Para a identificação dos fungos presentes nas sementes foi utilizado o *Blotter Test* (BRASIL, 2009). Foram utilizadas 200 sementes as quais foram desinfestadas em álcool 70% e hipoclorito de sódio a 1%, durante 1 minuto e 30 segundos, respectivamente seguidos por três lavagens consecutivas em água destilada esterilizada (ADE) (ALFENAS; MAFIA, 2016).

As sementes foram distribuídas em 20 placas de Petri (9 cm) correspondendo as repetições, cada uma com dez sementes, sobre uma dupla camada de papel filtro esterilizado e umedecido com ADE.

Em seguida foi feita a incubação em local com temperatura controlada de 25 ± 2 °C e com fotoperíodo de 12 horas. Após sete dias e, procedeu-se com a identificação dos fungos, com o auxílio de microscópio óptico e estereoscópico e comparação com a literatura especializada (; SEIFERT et al., 2011).

A avaliação das sementes foi estimada em % de sementes infectadas/contaminadas.

4.4 Origem do isolado de *Fusarium* sp.

Foi realizado o isolamento direto de *Fusarium* sp. a partir de sementes de milho roxo, contendo colônias fúngicas, conforme teste de sanidade, descrito no item 4.2. Após a identificação do fungo, a confirmação do agente etiológico foi feita através da observação de estruturas reprodutivas e vegetativas características do patógeno em microscopia ótica, das

(SEIFERT et al., 2011).

O isolado de *Fusarium* sp. foi repicado para placas de Petri (9 cm) contendo meio de cultura BDA (Batata-Dextrose-ágar) e permaneceu por 15 dias em câmara incubadora tipo B.O.D (Biochemical Oxygen Demand), regulada à temperatura de 25 °C, sob fotoperíodo de 12 horas.

O isolado foi armazenado pelo método de Castellani (1963) sendo adicionado à coleção de fungos da micoteca do Laboratório de Fitopatologia.

4.5 Controle *in vitro* de *Fusarium* sp. com elicitores de resistência

Foram utilizados sete tratamentos: Testemunha (Água destilada esterilizada); Rocksil[®] (3 g L⁻¹); Proagrim[®] (3 g L⁻¹); Bion[®] (0,4 g L⁻¹); Agrosílicio[®] (3 g L⁻¹); Ecolife[®] (3 mL L⁻¹) e Fungicida Tiabendazol (1,0 g L⁻¹).

Para a realização do teste *in vitro*, foi realizada a distribuição de 20 mL de meio de cultura BDA em placas de Petri (9 cm), mais os tratamentos diluídos, nas concentrações descritas anteriormente

Foram colocadas discos com 5 mm de diâmetros da colônia de *Fusarium* sp., no centro de cada placa e foram incubadas a uma temperatura de 25 ± 2 °C sob fotoperíodo de 12 horas. Para a medição do diâmetro da colônia foi utilizado uma régua graduada em centímetros, onde foram feitos dois eixos ortogonais na parte inferior de cada placa, descartando-se o disco repicado da colônia pura. As mesmas ocorreram a cada 24 horas, contando a partir do início do teste que vai até o crescimento da colônia ocupar toda área da placa.

Os dados foram utilizados na determinação do índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) expresso em mm.dia⁻¹, conforme a fórmula proposta por Gomes (2008):

$$IVCM = \sum \left(\frac{D - D_a}{N} \right)$$

Onde:

IVCM = índice de velocidade de crescimento micelial;

D = diâmetro médio atual da colônia;

Da = diâmetro médio da colônia do dia anterior;

N = número de dias após a inoculação.

A partir dos dados do crescimento micelial, também foi calculado o percentual de inibição do crescimento micelial (PIC) conforme a fórmula proposta por Hillen et al. (2012),

em que:

$$\text{PIC (\%)} = \left(\frac{D_c - D_t}{D_c} \right) * 100$$

Onde:

D_c = diâmetro da colônia no tratamento controle;

D_t = diâmetro da colônia em determinada dose.

Decorrido sete dias de incubação foi contabilizado o número de esporos produzidos. Para isso, foi realizada a adição de 10 mL de ADE na placa de Petri, sendo realizada a remoção da colônia com uma escova de cerdas macias, para a liberação dos conídios. Realizou-se a filtragem da suspensão em dupla camada de gaze estéril, retirando-se uma alíquota de 10 μL e sendo transferida para câmara de Neubauer onde foram contados e determinados o número de esporos totais. (MICHEREFF et al., 2003).

Foi calculado o percentual de inibição da esporulação (PIE) conforme a fórmula proposta por Fernandes et al. (2015), em que:

$$\text{PIE (\%)} = \left(\frac{E_c - E_t}{E_c} \right) * 100$$

Onde:

E_c = diâmetro da colônia no tratamento controle;

E_t = diâmetro da colônia em determinada dose.

4.6 Qualidade fisiológica de sementes de milho roxo tratadas com elicitores

A avaliação da influência dos tratamentos sobre as sementes tratadas foi feita através da realização de teste de germinação e emergência conforme adaptada BRASIL (2009).

As sementes foram imersas em solução composta por ADE acrescidas dos tratamentos, durante cinco minutos com agitação manual de forma constante. Foram utilizadas 100 sementes por tratamento, distribuídas em quatro repetições de 25 sementes cada, e colocadas em substrato de papel “germitest”, umedecido com 2,5 vezes o peso do papel seco.

Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes, para que a perda de água por evaporação fosse mínima e posteriormente foram incubados em B.O.D., regulada a $25^\circ\text{C} \pm 2$ e fotoperíodo de 12 horas (BRASIL, 2009). A contagem de sementes germinadas foi

realizada diariamente, do 2° ao 7° dia.

Para a primeira contagem de germinação foram contabilizadas as sementes germinadas no segundo (primeira contagem) ao sétimo dia após o semeio. Para a emergência se contabilizou as sementes que emergiram no quarto até o sétimo dia após a semeadura (BRASIL, 2009).

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi avaliado juntamente com o teste de germinação, efetuando-se contagens diárias das plântulas normais de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \frac{G_3}{N_3} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$$

Em que:

G_1, G_2, G_3 e G_n = número de plântulas normais germinadas a cada dia;

N_1, N_2, N_3 e N_n = número de dias decorridos da semeadura a primeira e última contagem.

Para a realização do teste de emergência, as sementes foram tratadas igualmente ao teste de germinação, onde foram utilizadas 100 sementes por tratamento com quatro repetições de 25 sementes. As sementes foram semeadas em bandejas plásticas com dimensões de 49 x 33 x 7 cm de comprimento, largura e profundidade, respectivamente, contendo como substrato areia lavada, previamente esterilizada, com um profundidade média de 2 cm. Para a manutenção da umidade foram realizadas duas regas diárias em dois turnos durante o período do teste.

Para avaliação do teste de emergência foi levado em consideração a emissão do coleóptilo acima do substrato.

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi conduzido em conjunto com o teste de emergência, onde foi anotado diariamente o número de sementes emergidas. O IVE foi determinado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \frac{E_3}{N_3} + \dots + \frac{E_n}{N_n}$$

Onde:

IVE = índice de velocidade de emergência;

E_1, E_2 e E_n = número de sementes emergidas no primeiro, segundo e último dia;

N_1 , N_2 e N_n = número de dias decorridos da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

O comprimento da parte aérea (CPA) e raiz (CPR) e plântula (CPL) foram mensurados após a última avaliação do teste de germinação e emergência com auxílio de uma régua graduada em centímetros, e o resultado expresso em centímetros.

O conteúdo de matéria seca da parte aérea (MSPA) e raiz (MSR) e plântula (MSP) foram obtidos ao final da avaliação por meio do corte das partes das plântulas com o auxílio de um bisturi, colocadas em sacos de papel Kraft e levadas para secar em estufa com circulação forçada de ar à 65 °C, até atingir peso constante (72 h), para determinação da massa seca. Após esse período as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g, e os resultados expressos em gramas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

4.6 Avaliação do efeito dos elicitores nas trocas gasosas em plantas de milho roxo

Para avaliar o efeito dos elicitores trocas gasosas, as sementes foram tratadas por imersão durante cinco minutos em cada tratamento, conforme anteriormente descrito.

As sementes foram dispostas, em sacos de polietileno com capacidade de 1,5 L, contendo substrato areia lavada esterilizada. Foram utilizadas 4 repetições com 3 plantas cada, totalizando 12 plantas por tratamento, alocadas em casa de vegetação, com temperatura de 27 °C e umidade média de 80%.

Para a determinação das trocas gasosas foi utilizado o analisador de gás infravermelho - IRGA (modelo LI-6400XT, LI-COR[®], Nebraska, USA). As avaliações foram realizadas aos 40 dias após plantio (DAP). As leituras foram feitas entre 09:00 e 10:00 horas da manhã.

Foram avaliadas a assimilação líquida de CO₂ (A) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (gs) ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (Ci) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), eficiência no uso da água (EUA=A/E), eficiência intrínseca no uso da água (EiUA=A/gs) eficiência instantânea de carboxilação (EiC=A/Ci) e a temperatura foliar (TF) (°C).

4.7 Atividade enzimática de sementes de milho rôxo tratadas com elicitores

Para determinar a atividade enzimática, as sementes foram tratadas por imersão durante cinco minutos, em cada tratamento, nas concentrações anteriormente descritas esemeadas em sacos de polietileno com capacidade de 1,5 L contendo substrato de areia

lavada esterilizada.

Foram utilizadas 4 repetições com 3 plantas cada, totalizando 12 plantas por tratamento, alocadas em casa de vegetação com condições de temperatura em torno 27 °C e umidade média de 80%. Após 45 dias do semeio, foram coletadas 3 folhas, por planta sendo uma do ápice, mediana e da base de cada tratamento, para avaliação das enzimas peroxidase, polifenoloxidase, fenilalanina amônia-liase.

A extração do material foi realizada pela maceração de 1 g de folhas em 10 mL de acetato de sódio, para a obtenção de uma massa homogênea. Feito isso, o material vegetal foi depositado em tubos Eppendorfs, para serem centrifugados a 12.000 rpm durante 15 minutos a -4°C. O sobrenadante obtido foi utilizado para determinar a atividade das enzimas.

Foi realizado também a quantificação das proteínas totais pelo método proposto por Bradford (1976), utilizando Soro Albumina Bovina (BSA) como padrão. Este método consiste na detecção e quantificação de proteínas pela junção em uma cubeta de 1 mL da solução de Bradford e adiciona 100 µl da amostra. As amostras foram incubadas em temperatura ambiente por 15 minutos. Ao final da reação deu-se a leitura e a determinação foi expressa em espectrofotômetro (GENESYSTM 10S UV VIS), pela variação da absorbância, no comprimento de onda de 595.

A determinação da atividade da peroxidase (POX) foi obtida a partir da solução constituída da adição de 0,25 mL de extrato enzimático ao meio de reação contendo 0,25 mL de guaiacol (1,7%), 0,75 mL de tampão fosfato 0,1 M (pH 6,0) e 0,25 mL de H₂O₂ (1,8%), totalizando um volume de 1,5 mL. Para a amostra em branco a composição foi à mesma do meio de reação, com exceção do o extrato enzimático que foi substituído por ADE. A determinação da atividade enzimática foi expressa em espectrofotômetro, pela variação da absorbância, no comprimento de onda de 470 nm, a 25°C e a atividade expressa em Unidades de Absorbância (UA).min⁻¹.mg⁻¹ de proteína.

A atividade da polifenoloxidase (PPO), foi obtida a partir da elaboração da solução que consistiu na adição de 0,25 mL de extrato enzimático ao meio de reação contendo 0,25 mL de S-metil-catecol 0,6 mM e 0,75 mL de tampão fosfato 0,1 M (pH 6,8). Para o branco a composição foi a mesma do meio de reação, com exceção do o extrato enzimático que foi substituído por ADE. As amostras foram colocadas em banho maria na temperatura 40 °C durante 15 minutos. Decorrido esse tempo, foi realizada a paralisação da atividade das amostras com adição de 0,8 mL de ácido perclórico. A determinação da atividade enzimática foi obtida em espectrofotômetro, pela variação da absorbância, no comprimento de onda de 395 nm, a 25 °C. A atividade foi expressa em Unidades de Absorbância (UA).min⁻¹.mg⁻¹ de

proteína.

A enzima fenilalanina amônia-liase (FAL) foi determinada a partir da elaboração da solução que consistiu na adição de 0,5 mL do extrato enzimático em tubos de ensaio com a adição de 1,5 mL da solução de tampão TRIS (0,01M, pH 8,8), 0,5 mL de solução de fenilalanina e 0,5 mL de ADE. Para o branco a composição foi a mesma do meio de reação, com exceção do o extrato enzimático que foi substituído por ADE. As amostras foram colocadas em banho maria na temperatura 40 °C durante 60 minutos. Em seguida as amostras foram paralisadas com a adição de 0,1 mL de ácido clorídrico a 5,0 M. A leitura foi realizada em cubeta de quartzo no espectrofotômetro pela variação da absorbância, no comprimento de onda de 290 nm, a 25 °C e os resultados expressos em Unidades de Absorbância (UA).min⁻¹.mg⁻¹ de proteína.

4.8 Delineamento experimental e análise estatística

Para o teste de sanidade foram utilizados 20 repetições com 10 sementes por placa de Petri.

O teste *in vitro* foi constituído por quatro repetições, sendo a unidade experimental constituída por três placas de Petri.

Para o teste da qualidade fisiológicas das sementes tratadas com os elicitores foram utilizadas 4 repetições sendo a unidade experimental constituída por 25 sementes em cada repetição.

Para o teste das trocas gasosas e determinação da atividade enzimática constituí-se por quatro repetições, sendo a unidade experimental constituída por três plantas.

Para a variável incidência de fungos e Esporulação os dados foram transformados para $\sqrt{y+0,5}$.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Foi utilizado o programa estatístico SISVAR[®] versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Teste de Sanidade em sementes de milho rôxo

Na figura 1, é apresentada a porcentagem de incidência dos fungos associados às sementes de milho roxo, onde foram identificados: *Fusarium* sp. (49,5%), *Aspergillus* sp. (30,5%), *Penicillium* sp. (16%), *Rhizopus* sp. (11,5%) e *Cladosporium* sp. (1,5%). Pode-se verificar a maior incidência para *Fusarium* sp, diferindo estatisticamente dos demais gêneros encontrados no lote de sementes.

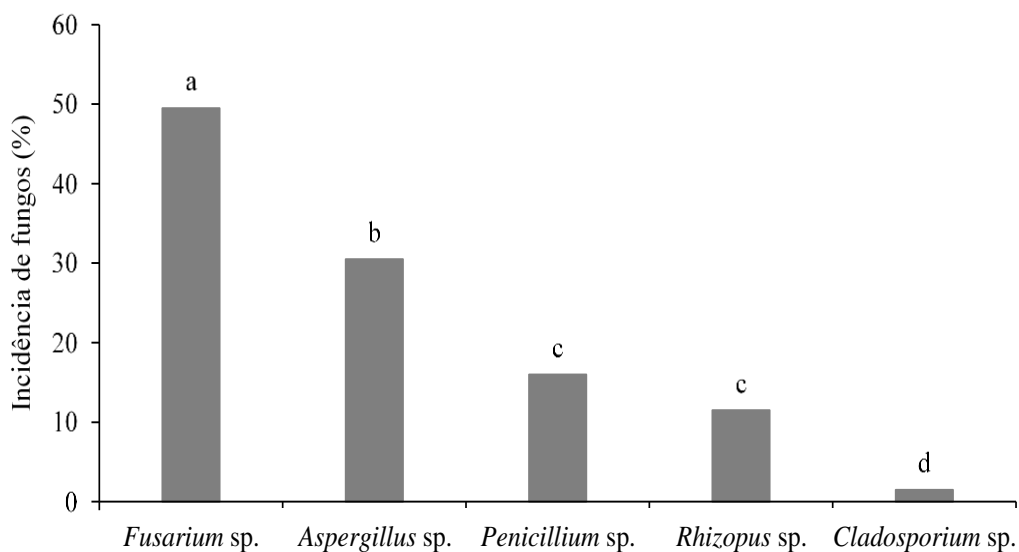


Figura 1. Incidência de fungos em sementes de milho ‘roxo’ crioulo (*Zea mays* L.) produzidas no estado da Paraíba. CV (%): 12,87.

Catão et al., (2013) avaliando a incidência de sementes crioulas de milho naturalmente infectadas com fungos e Domené et al., (2016) vendo o efeito do tratamento com óleos essenciais sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho também encontraram resultados semelhantes, mostrando altas incidência de *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp. e *Penicillium* spp. Nesse estudo, esse fato possivelmente pode ter ocorrido pela forma eo tempo de armazenamento a qual as sementes estavam submetidas.

Segundo Farias (2017) os fungos encontrados nas sementes podem ser classificados como fungos fitopatogênicos de campo e fungos de armazenamento. Para a primeira classe, tem-se como representante o *Fusarium* sp., para a segunda os demais, *Aspergillus* sp. *Penicillium* sp. *Rhizophus* sp e *Cladosporium* sp.

A alta incidência de *Fusarium* sp. possivelmente está associada às condições ambientais durante a maturação e enchimento dos grãos, pois nesse estágio as sementes

apresentam alto teor de umidade, e os fungos de campo necessitam de condições similares para complementarem seu desenvolvimento. Em contrapartida, os fungos de armazenamento, precisam de uma baixa disponibilidade de água para se proliferarem e sobreviverem, evento este, que ocorre rotineiramente na etapa pós-colheita (KUHNEM JÚNIOR et al., 2013).

Fusarium sp., é um dos agente causais das podridões do colmo e da espiga no milho, além conseguir sobreviver como saprófita, o mesmo pode ser disseminado pelas sementes, gerando impactos negativo como a introdução de áreas isentas e aumento de inóculo na área, além de produzir micotoxinas nocivas ao homem, animais e plantas, culminando na redução da qualidade fisiológica das sementes (MACHADO 2000; SARTORI et al., 2004;; CATÃO et al.,2013; FANTAZZINI et al., 2016).

Segundo REVERBERI et al., (2010) os fungos de armazenamento dos gêneros *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. são os que apresentam maior incidência em sementes, causando deterioração e consequente diminuição de germinação, vigor e morte do embrião, além também produzir micotoxinas.

5.2 Qualidade fisiológica de sementes de milho rôxo tratadas com elicitores

Na Tabela 1, verificou-se que para as variáveis de germinação, comprimento de parte aérea, comprimento de planta, massa seca da parte aérea, de raiz e de planta, tratadas com os elicitores e fungicida (Tiabendazol), não houve diferença estatística.

Esse fato é satisfatório, e se mostra um resultado almejado, pois indica que os tratamentos efetuados não afetaram a qualidade fisiológica das sementes, indicando estande de plantas vigorosas.

Todos os tratamentos apresentaram germinação superior a 85%, valor mínimo exigido para a comercialização (BRASIL, 2013), o que demonstra a alta qualidade das sementes crioulas da variedade estudada.

O vigor das sementes tem influência marcante sobre todo o aspecto germinativo, que vai desde a germinação, velocidade, uniformidade, comprimento e massa de plântulas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Sementes que apresentam um alto vigor são consideradas um fator chave, para assegurarem um ótimo suporte das plantas quando condicionadas a qualquer situação, como por exemplo submetidas a algum tratamento (OLIVEIRA et al., 2015).

Borin (2017) estudando o desempenho fisiológico e indução de resistência de sementes de milho tratadas com fungicidas associados à fertilizantes a base de fosfitos, obteve

resultados que corroboram com este, enfatizando a alta porcentagem de germinação das sementes após serem tratadas.

Para a variável primeira contagem de germinação (PC), os tratamentos Rocksil[®] e Proagrim[®] apresentaram diferença estatística do Bion[®], Testemunha e o Fungicida, onde, para este último, verificou-se o menor média (Tabela 1). Para os demais tratamentos, não constatou-se diferença significativa. Oliveira et al., (2015) relatam a importância dessa avaliação, pois as sementes que germinam mais rapidamente, e que apresentam maior porcentagem de plântulas normais, estão predispostas a serem mais vigorosas

Em relação ao comprimento da raiz (CPR), o tratamento Bion[®], (15,4m), houve diferença significativa em relação à testemunha (12.8 cm). Os demais elicitores, assim como o fungicida não foi constatado diferença entre eles.

Tabela 1. Valores médios de germinação (GE), primeira contagem (PC), comprimentos da parte aérea (CPA), raiz (CPR), plântula (CPL), matéria seca de parte aérea (MSPA), raiz (MSR), plântula (MSP) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de milho rôxo crioulo (*Zea mays* L.) tratadas com elicitores e fungicida.

Tratamentos	GE	PC	CPA	CPR	CPL	MSPA	MSR	MSP	IVG
	-----%-----		-----cm-----			-----g-----			
Testemunha	96 a	10 b	10,5 a	12,8 b	23,3 a	0,159 a	0,134 a	0,293 a	36,59 ab
Rocksil [®]	97 a	19 a	10,3 a	14,6 ab	24,9 a	0,165 a	0,138 a	0,303 a	39,08 a
Proagrim [®]	98 a	19 a	11,3 a	13,9 ab	25,2 a	0,185 a	0,128 a	0,313 a	39,65 a
Bion [®]	98 a	11 b	11,9 a	15,9 a	27,8 a	0,196 a	0,156 a	0,352 a	36,90 ab
Agrosílicio [®]	96 a	15 ab	9,90 a	13,9 ab	23,8 a	0,156 a	0,147 a	0,303 a	36,92 ab
Ecolife [®]	98 a	17 ab	11,5 a	15,4 ab	26,9 a	0,179 a	0,150 a	0,329 a	39,15 a
Fungicida	98 a	2 c	9,90 a	13,7 ab	23,6 a	0,156 a	0,121 a	0,277 a	34,65 b
CV (%)	3,45	26,07	9,81	9,12	8,27	15,95	13,52	13,10	4,35

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Testemunha (Água destilada esterilizada); Rocksil[®] (3 g L⁻¹); Proagrim[®] (3 g L⁻¹); Bion[®] (0,4 g L⁻¹); Agrosílicio[®] (3 g L⁻¹); Ecolife[®] (3 mL L⁻¹) e Fungicida (Tiabendazol, 1,0 g L⁻¹).

Para o índice de velocidade de germinação, os tratamentos com Rocksil[®], Proagrim[®] e Ecolife[®] diferiram positivamente do fungicida. Os demais tratamentos com os elicitores e a testemunha não apresentaram variação entre si nem com os anteriores citados.

Segundo Silva et al., (2016) o teste de comprimento é essencial, pois objetiva complementar os testes referentes à qualidade fisiológicas das sementes. Outro fato importante, é que as plântulas que expressam os maiores valores em relação ao comprimento

são tidas como mais vigorosas, partindo do princípio que sementes com vigor elevado, originam plantas com alta taxa de crescimento, em decorrência maior translocação de reservas dos tecidos de armazenamento para o crescimento do eixo embrionário (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; BORIN, 2017).

Com base nos resultados observados na Tabela 2, verifica-se que para emergência (EM), os tratamentos não diferiram estatisticamente da testemunha nem do fungicida. Para a primeira contagem de emergência (PC), foi possível constatar diferença significativa do fungicida e a testemunha com os valores de 42 e 16%, respectivamente. Os demais tratamentos, não apresentaram diferença quando comparados com os dois anteriores citados e entre si.

Tabela 2. Valores médios de emergência (EM), primeira contagem (PC), comprimentos da parte aérea (CPA), raiz (CPR), plântula (CPL), matéria seca de parte aérea (MSPA), raiz (MSR), plântula (MSP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de milho crioulo (*Zea mays* L.) tratadas com elicitores e fungicida.

Tratamentos	EM	PC	CPA	CPR	CPL	MSPA	MSR	MST	IVE
	-----%-----		-----cm-----			-----g-----			
Testemunha	87 a	16 b	12,7 a	16,9 b	29,6 b	0,332 a	0,389 a	0,721 ab	33,70 b
Rocksil [®]	94 a	41 ab	12,5 a	22,1 a	34,6 a	0,366 a	0,383 a	0,749 ab	43,70 ab
Proagrim [®]	94 a	41 ab	12,8 a	17,2 ab	30,0 ab	0,365 a	0,372 a	0,737 ab	43,07 ab
Bion [®]	90 a	29 ab	11,7 ab	18,2 ab	29,9 ab	0,361 a	0,391 a	0,752 ab	39,70 ab
Agrosílicio [®]	94 a	40 ab	12,6 a	19,5 ab	32,1 ab	0,358 a	0,475 a	0,833 a	42,70 ab
Ecolife [®]	95 a	36 ab	9,5 b	16,4 b	25,9 ab	0,366 a	0,343 a	0,709 b	42,52 ab
Fungicida	95 a	42 a	13,3 a	20,5 ab	33,8 a	0,348 a	0,359 a	0,707 b	44,81 a
CV (%)	6,67	18,00	10,45	12,07	10,23	10,01	17,53	6,97	11,30

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Testemunha (Água destilada esterilizada); Rocksil[®] (3 g L⁻¹); Proagrim[®] (3 g L⁻¹); Bion[®] (0,4 g L⁻¹); Agrosílicio[®] (3 g L⁻¹); Ecolife[®] (3 mL L⁻¹) e Fungicida (Tiabendazol 1,0 g L⁻¹)

Assim como para a germinação, todos os tratamentos no teste de emergência (EM) apresentaram valores variando de 87 a 95%, sendo superiores ao padrão mínimo estabelecido, que é de 85% (BRASIL, 2013). Resultados semelhantes foram encontrados por Sena et al., (2016) avaliando emergência em campo, com intuito de determinar o vigor dos lotes através da qualidade fisiológica de sementes de milho cv. ‘Sertanejo’. Os autores observaram emergência variando de 93%-83%, e classificaram este como lotes de elevado vigor.

Observando o índice velocidade de emergência (IVE), verifica-se como destaque o fungicida Tiabendazol, que obteve o maior valor entre os tratamentos com 44,81, no entanto não diferiu dos tratamentos com os elictores, diferindo significativamente apenas da testemunha que obteve o menor desempenho com 33,70. O Tiabendazol é um fungicida que possui ação sistêmica, pertencente ao grupo químico benzimidazol, registrado e indicado para a cultura do milho (AGROFIT 2017). Martins (2017) ao avaliar a germinação de sementes de milho em função do tratamento industrial, aferiu que, ao testar uma mistura de fungicidas, contendo Tiabendazol o mesmo não interferiu no IVE das plântulas, ao contrário, influenciou de forma positiva, encontrando valores superiores ao da testemunha.

Em relação aos parâmetros morfológicos como o comprimento da parte aérea (CPA), o tratamento das sementes com Ecolife[®] afetou negativamente o desenvolvimento da parte aérea das plantas, diferindo estatisticamente do restante dos tratamentos, com exceção do Bion[®]. Para o comprimento de raiz (CPR) a melhor média foi o Rocksil[®], que obteve uma variação significativa quando comparadas com o Ecolife[®] e Testemunha. Os demais valores obtidos não apresentaram diferença entre os tratamentos. Seguindo a mesma tendência, na variável comprimento total de plântulas (CPL), o Rocksil[®] se destacou o maior valor (34,6 cm) com variação significativa em relação à testemunha que obteve o menor valor (29,6 cm).

Os valores obtidos para massa seca da parte aérea (MSA) e massa seca da raiz (MSR), não foi verificado efeito significativo entre os tratamentos. No entanto, quando se observa a massa seca total (MST) das plântulas, observa-se que os tratamentos Ecolife[®] e Fungicida diferiram significativamente apenas do Agrosilício[®].

Os produtos a base de silício tem apresentado efeito benéfico no crescimento e desenvolvimento das plantas (MIRANDA et al., 2018). Segundo Correa et al., (2005) aplicação de silício provoca a ativação de enzimas importantes no metabolismo celular, que podem estar ligado ao maior acúmulo de matéria seca.

Segundo Furtado et al., (2010) o Ecolife[®] é composto por bioflavonóides, ácido ascórbico e fitoalexinas cítricas, onde devido à ação sinérgica ação de seus componentes, além de efeito de proteção curativo, também exerce a regulação no crescimento da planta.

Friego et al., (2018) avaliando o uso de indutores de resistência nos aspectos vegetativos e nutricionais da soja, conclui que o uso de Ecolife[®] não interferiram significativamente no desenvolvimento da cultura.

5.3 Controle *in vitro* de *Fusarium* sp. com elictores de resistência

Ao utilizar os elicitores de resistência para avaliar o efeito *in vitro* dos tratamentos sobre o *Fusarium* sp, verificou-se diferença significativa ($p \leq 0,05$) em todas as variáveis analisadas (Tabela 3).

Para o diâmetro médio da colônia (DMC), o fungicida Tiabendazol obteve o menor DMC, diferindo dos demais tratamentos. Posteriormente, os menores diâmetros de colônia foram observados para o Rocksil[®] e Ecolife[®], ficando com um DMC de 1,39 cm e 2,03 cm respectivamente. Entre Proagrim[®] e Bion[®] não houve diferença entre eles, no entanto, apresentaram efeito significativo em relação à testemunha e ao Agrosílicio[®], na qual foi observado os maiores diâmetros médios da colônia fúngica.

Tabela 3. Diâmetro médio da colônia (DMC), índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM), percentual de inibição do crescimento micelial (PIC), esporulação (ESP.) e percentual de inibição da esporulação de *Fusarium* sp., sob aplicação de elicitores e fungicida.

Tratamentos	DMC (cm)	IVCM (cm/dia)	PIC (%)	ESP. (10^6 esporos/mL)	PIE (%)
Testemunha	4,15 a	2,76 a	0,00 e	466,24 ab	0,00 d
Rocksil [®]	1,39 d	1,02 d	66,43 b	74,56 d	84,64 a
Proagrim [®]	3,34 b	2,16 b	19,58 d	465,12 ab	15,91 cd
Bion [®]	3,36 b	2,19 b	19,07 d	278,88 bc	39,46 bc
Agrosílicio [®]	4,55 a	2,93 a	0,00 e	541,36 a	8,43 cd
Ecolife [®]	2,03 c	1,39 c	51,08 c	134,64 cd	69,44 ab
Fungicida	0,50 e	0,00 e	100 a	0,00 e	100 a
CV (%)	14,85	13,33	26,25	17,06	34,83

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Testemunha (Água destilada esterilizada); Rocksil[®] (3 g L⁻¹); Proagrim[®] (3 g L⁻¹); Bion[®] (0,4 g L⁻¹); Agrosílicio[®] (3 g L⁻¹); Ecolife[®] (3 mL L⁻¹) e Fungicida (Tiabendazol 1,0 g L⁻¹).

Para o índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM), observa-se comportamento semelhante ao descrito para o DMC (Tabela 3). Para o fungicida Tiabendazol não foi observado desenvolvimento do patógeno, com isto mostrando valor zero para o IVCM. Este é um resultado esperado, em decorrência da ação direta da molécula química sobre o fungo, impedindo seu crescimento.

O tratamento Rocksil[®] apresentou o menor valor quando comparados com os demais elicitores, na qual culminou com um menor IVCM (1,02 cm/dia). Outro resultado satisfatório observado foi para o Ecolife[®], que diferiu de todos os outros tratamentos. Para o Proagrim[®] e Bion[®] não foi verificada diferença significativa entre eles, no entanto, diferiram dos demais tratamentos, apresentando pouco impacto sobre o patógeno, embora diferindo da testemunha.

O Agrosilício[®] e a Testemunha não diferiram entre si.

Em relação ao Percentual de inibição de crescimento micelial (PIC) foi verificada diferença significativa ($p \leq 0,05$), destacando-se o tratamento Rocksil[®] no qual foi observado efeito fungistático, inibindo 66,43% do crescimento micelial do patógeno (Tabela 3).

O Bion[®] e Proagrim[®] apresentaram menores percentuais de inibição (19,07 e 19,58%), não havendo variação significativa entre os mesmos. O Agrosilício[®] não teve nenhum efeito inibitório sobre o crescimento do *Fusarium* sp., comportamento semelhante à Testemunha, ambos diferiram dos demais elicitores.

Para a esporulação (ESP) percebe-se que a maior concentração de número de esporos de *Fusarium* sp. foi encontrado nos tratamentos Agrosilício[®], Testemunha e Proagrim[®] apresentando variação significativa para os demais tratamentos porém, não foi verificado efeito significativo entre eles (Tabela 3). Em relação ao Rocksil[®] e Ecolife[®] foi verificada as menores concentrações de esporos, havendo diferença significativa entre ambos, assim como para o fungicida Tiabendazol, na qual não foi observado esporulação.

Em relação à porcentagem de inibição de esporulação (PIE) os resultados se comportaram de maneira semelhante à EPS. Observa-se que Tiabendazol, o Rocksil[®] e Ecolife[®] apresentaram as maiores médias de inibição dos esporos com 100, 84,64 e 69,44%, não diferindo estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Com exceção do Bion (39,46) não foi observada diferença dos demais tratamentos em relação à testemunha.

Segundo Smith (1996) os indutores possuem moléculas eliciadoras de origem biótica ou abiótica que podem ter ação fungitóxica, ou seja, atuar diretamente sobre o patógeno, suprimindo seu crescimento e desenvolvimento. Gomes et al. (2016) constataram que Rocksil[®] e Ecolife[®] apresentaram efeito fungitóxico no controle do crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides*.

Bertoncelli et al. (2015) observaram que Bion[®] não apresentou efeito fungitóxico sobre *Rhizoctonia solani* in vitro. Esse fato pode ser explicado, pois o Bion[®] não possui em sua composição ação microbiana direta (KESSMAN et al., 1994). Borin et al, (2017) verificaram o efeito fungistático de diferentes tipos de fosfitos sobre *F. verticillioides* e *F. graminearum* do milho.

5.4 Avaliação do efeito nas trocas gasosas em plantas de milho rôxo tratadas com elicitores de resistência

Para as variáveis concentração CO₂, condutância estomática, concentração de CO₂ nos

espaços intercelulares, transpiração, eficiência no uso da água, eficiência intrínseca no uso da água, eficiência instantânea de carboxilação e a temperatura foliar não foram encontrados efeitos significativos entre os tratamentos nem entre as variáveis estudadas. Logo, é possível afirmar que os tratamentos efetuados nas sementes com os elicitores não influenciaram nas trocas gasosas das plantas de milho.

5.5 Atividade enzimática de sementes de milho rôxo tratadas com elicitores

Não foi possível identificar diferenças significativas entre os tratamentos para as enzimas avaliadas no presente estudo.

Segundo Macagnan et al., (2008) quando as plantas são submetidas a estresses de qualquer natureza a resposta do vegetal é dada através de mecanismos pré e/ou pós-formados, gerando barreiras físicas e químicas de defesa, sem que haja alteração no genoma da planta, ocorrendo apenas a ativação de mecanismos latentes, frente a indutores externos. Em face disso, a ativação de enzimas é um dos principais mecanismos que permitem acompanhar o estado de indução de resistência em plantas expostas à patógenos.

A indução da defesa vegetal pode apresentar respostas e especificidades diferenciadas, a depender do potencial de indução de resistência entre as espécies bem como o método de aplicação, e as concentrações dos metabólitos indutores testados (GUIMARÃES et al. 2015).

Borin (2017) encontrou resultados que corroboram com o presente trabalho, onde o autor concluiu que os tratamentos em sementes de milho com fungicidas associados a fosfitos, não afetaram na atividade de enzimas envolvidas no mecanismo de defesa da planta. Já Muller (2015), ao tratar sementes de soja (*Glycine max*) com fosfitos de potássio, concluiu que os mesmos são capazes de induzir à resistência através do aumento da atividade da enzima β -1,3-glucanase.

Demartelaere et al., (2017) comprovou que os elicitores Rocksil[®], Ecolife[®] no controle pós-colheita da antracnose do mamoeiro (*Carica papaya*), promoveram efeitos significativos na atividade da peroxidase, polifenoloxidase e Fenilalanina amônia-liase induzindo a resistência dos frutos ao patógeno.

O Rocksil[®] e o Agrosílicio[®] são produtos que possuem o silício na sua composição. A aplicação deste possui ação indutora comprovada em diversos trabalhos (PEREIRA et al., 2009; CRUZ et al., 2013; RIBEIRO et al., 2016; GOMES; NASCIMENTO, 2018). O silício atua na função de ativador bioquímico de enzimas de defesa dos vegetais, destacando as quitinases, β -1,3-glucanases, peroxidases, polifenoloxidases, lipoxigenases e fenilalanina

amônia-liases, assim como possibilita uma ação tóxica contra determinadas espécies de fungos (GOMES et al., 2011). Essa ação não foi confirmada nas condições avaliadas.

Siqueira et al., (2019) verificaram o efeito indutor do Bion[®] no controle da antracnose do feijão caupi, onde promoveu a maior atividade da peroxidase e polifenoloxidase. Já Bertoncilli et al. (2015) ao tratar sementes de tomate (*Solanum lycopersicum*) com o Bion[®], verificaram que não houve alteração significativa na atividade da fenilalanina amônia-liase em decorrência da aplicação.

Várias pesquisas tem mostrado a eficiência de elicitores na indução de resistência de plantas a patógenos. Gomes et al, (2016) avaliando a bioatividade de indutores de resistência no manejo da antracnose da goiabeira (*Psidium guajava*), Demartelaere et al. (2017) avaliando o uso de elicitores no controle de antracnose e qualidade pós-colheita em frutos de mamoeiro e Müller (2015) avaliando indução de resistência e tratamento de sementes de soja (*Glycine max* L.) com fosfito de potássio. Os autores encontraram resultados satisfatório na indução de resistência.

Portanto, o fato dos elicitores a partir do tratamento das sementes não promoverem a ativação das rotas metabólicas de defesa vegetal, não descarta o potencial dos produtos testados na cultura do milho, e sim, predispoem ao surgimento de novas pesquisas, considerando outros métodos de aplicação, assim como a avaliação da atividade enzimática ao longo de períodos.

6. CONCLUSÃO

Fungos do gênero *Fusarium* sp. apresentaram elevada incidência nas sementes de milho crioulo 'Roxo' analisadas.

Os elicitores não influenciaram na qualidade fisiológica das sementes de milho crioulo roxo.

Os elicitores Roksil[®] e Ecolife[®] apresentaram efeito fungistático sobre o *Fusarium* sp.,

Os tratamentos efetuados nas sementes com os elicitores não influenciaram nas trocas gasosas das plantas de milho.

Nas condições testadas, com aplicação dos elicitores via sementes, não foi verificada alteração na atividade das enzimas peroxidase, polifenoloxidase, fenilalanina amônia-liase.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL-KADER, M. M.; EL-MOUGY, N. S.; LASHIN, S. M. Biological and chemical resistance inducers approaches for controlling foliar diseases of some vegetables under protected cultivation system. **Jornal Plant Pathology and Microbiology**, v. 4, n. 9, p. 200, 2013.

ABREU, L.; CANSI, E.; JURIATTI, C. Avaliação do rendimento socioeconômico de variedades crioulas e híbridos comerciais de milho na microrregião de Chapecó. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Chapecó, v. 2, n. 1, p. 1230-1233, 2007.

AGHDAM, M. S.; ASGHARI, M.; BABALAR, M.; SARCHESHMEH, M. A. A. Impact of salicylic acid on postharvest physiology of fruits and vegetables. In: **Eco-Friendly Technology for Postharvest Produce Quality**. Academic Press, p. 243-268. 2016.

AGROFIT. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em: 28 de setembro de 2019.

ALFENAS A. C. MAFIA. R. G. **Métodos em Fitopatologia**. Viçosa MG. Universidade Federal de Viçosa. Ed. UFV. 2016.

ANDRADE, Ariele Carneiro. **Indução de resistência em plantas de pimentão (*Capsicum annum* L.) utilizando acibenzolar-S-metil no controle da antracnose**. 2015. 59 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Produção Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns.

BAHRAMINEJAD, S.; ABBASI, S.; AMIRI, R. The effect of some medicinal and ornamental plant extracts against *Fusarium oxysporum*. **Journal of Crop Protection**, v.4, n. 2, p. 189-197, 2015

BARBOSA, J. P. F.; FARIAS, L. R. A.; DA SILVA, P.; LIMA, L. L. C.; BRITO, D. R.; BRITO, D. B. Ocorrência de *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) em híbridos de milho (*Zea mays* L.) submetidos a diferentes níveis de irrigação. **Diversitas Journal**, v. 4, n. 1, p. 24-30, 2019.

BERTONCELLI, D. J.; MAZARO, S. M.; ROCHA, R. D. C. D. S.; POSSENTI, J. C.; JÚNIOR, A. W. Acibenzolar-S-methyl for induction of resistance in tomato and *Rhizoctonia solani* kuhn control in vitro. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 8, n. 2, p. 43-50, 2015.

BONETT, L. P.; MULLER, G. M.; WESSLING, C. R.; GAMELO, F. P. Extrato etanólico de representantes de cinco famílias de plantas e óleo essencial da família *Asteraceae* sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* coletados de frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 3, p. 116-125, 2012.

BORIN, R. C.; POSSENTI, J. C.; SANTOS, M. R.; BERNARDI, C.; MAZARO, S. M. Fosfitos associados a fungicidas para controle de doenças e sanidade de sementes de milho. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, v. 10, n. 1, 2017.

BORIN, Regis Callegaro. **Fungicidas associados à fosfitos e complexos nutricionais interferem na qualidade de sementes de milho**. 2017. 83 f. Dissertação de Mestrado em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, Paraná. 2017.

BOSTOCK, R. M.; PYE, M. F.; ROUBTSOVA, T. V. Predisposition in plant disease: Exploiting the nexus in abiotic and biotic stress perception and response. **Annual Review of Phytopathology**, v. 52, n. 1, p. 23-33, 2014.

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, n. 1-2, p. 248-254, 1976.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa, n. 45, de 17.09.2013**. 39p, 2013.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5a. ed. Jaboticabal: Funep, 2012, p. 590.

CASTELLANI, A. The "water cultivation" of pathogenic fungi. **Journal of tropical Medicine. Hyg**, v.66. p. 283-284,1963

CATÃO, H. C. R. M.; MAGALHÃES, H. M.; SALES, N. D. L. P.; JUNIOR, D. D. S. B.; DA SILVA ROCHA, F. Incidência e viabilidade de sementes crioulas de milho naturalmente infestadas com fungos em pré e pós-armazenamento. **Ciência Rural**, v. 43, n. 5, p. 764-770, 2013.

CONAB, **Companhia Nacional de Abastecimento. Diretoria de Política agrícola e Informações. Perspectivas para a agropecuária. Safra 2018/2019**. v.6, p. 1-111, 2018. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria>>. Acesso em: 17 de Junho de 2019.

CORREA, R.S.B.; MORAES, J.C.; AUAD, A.M.; CARVALHO, G.A. Silicon and acibenzolar-s-methyl as resistancenducers in cucumber, against the Whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: *Aleyrodidae*) biotype B. **Neotropical Entomology**, v.34, p.429-433, 2005.

CRUZ, M.F.A.; RODRIGUES, F.A.; POLANCO, L.R. CURVELO, C.R.S.; NASCIMENTO, K.J.T.; MOREIRA, M.A.; BARROS, E.G. Inducers of resistance and silicon on the activity of defense enzymes in the soybean - *Phakopsora pachyrhizi* interaction. **Bragantia**, v.72, n.2, p.162-172, 2013.

DEMARTELAERE, A. C. F.; NASCIMENTO, L. C. D.; GUIMARÃES, G. H.; C., SILVA, J. A. D.; LUNA, R. G. D. Elicitors on the control of anthracnose and post-harvest quality in papaya fruits1. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, n. 2, p. 211-217, 2017.

DOMENE, M. P.; GLÓRIA, E.; M. D.; BIAGI, J. D.; BENEDETTI, B. C.; MARTINS, L. Effect of essential oils on the physiological and sanitary quality of maize seed (*Zea mays*). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 83, 2016.

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

EBRAHIM, S.; USHA, K. S. Bhupinder. Pathogenesis related (PR) proteins in plant defense mechanism. **Science Against Microbial Pathogens**, v. 2, p. 1043-1054, 2011.

ECKERT, C. T.; FRIGO, E. P.; ALBRECHT, L. P.; ALBRECHT, A. J. P.; CHRIST, D.; SANTOS, W. G.; EGEWARTH, V. A. Maize ethanol production in Brazil: Characteristics and perspectives. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.82, p. 3907-3912, 2018.

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

FAO. **Food and Agriculture Organization of United Nations**. Disponível em <<http://www.fao.org>>. Acesso em 18 Junho. 2019.

FARIAS, O. R. **Qualidade de sementes de algodoeiro (*Gossypium* spp.) submetidas ao controle biológico**. 2016. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Produtividade e eficiência agrônômica do milho em função da adubação nitrogenada e manejos de solo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n. 2, p. 135-146, 2011..

FERNANDES, L. C. B.; ALBUQUERQUE, C. C. D.; SALES JÚNIOR, R.; OLIVEIRA, F. F. M.; GURGEL, E. P.; MESQUITA, M. V. D.; SILVA, M. D. S. D. Fungitoxicity of plant extracts and essential oil of *Lippia gracilis* Schauer on the fungus *Monosporascus cannonballus* Pollack and Uecker. **Summa Phytopathologica**, v. 41, n. 2, p. 153-155, 2015.

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

FRIAS, A. G. **Caracterização de isolados de *Fusarium oxysporum* e f.sp. lactucae obtidos de campos de produção comercial no estado de São Paulo e avaliação de genótipos de alface**. 2014. 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, São Paulo, 2014.

FRIGO, P.; SILVA, T. R. B.; CARRARO, T. V.; BARBOSA, N. A.; ARIEIRA, C. R. D.; STRACIEIR, J. Indutores de resistência nos aspectos vegetativos e nutricionais da soja. **Acta Iguazu**, v. 7, n. 2, p. 109-115.

FURTADO, L. M.; RODRIGUES, A. A. C.; ARAÚJO, V. S. D.; SILVA, L. L. S.; CATARINO, A. D. M. Use of Ecolife[®] and Acibenzolar-S-metil (ASM) on the control of antracnose in banana post-harvest. **Summa Phytopathologica**, v. 36, n. 3, p. 237-239, 2010.

GOMES, E. C. S.; LEITE, R.P.; SILVA, F.J.A.; CAVALCANTI, L.S.; NASCIMENTO, L.C.; SILVA, S.M. Manejo do míldio e ferrugem em videira com indutores de resistência: produtividade e qualidade pós-colheita. **Tropical Plant Pathology**, v. 36, n.5, p.332-335, 2011.

GOMES, F. H. F.; CUNHA, N. C.; LOPES FILHO, L. C.; SOARES, F. A. L.; TEIXEIRA, M. B.; MORAIS, W. A. Análise de crescimento do milho safrinha em diferentes épocas de aplicação de zinco. **Nativa**, v. 6, n. 6, p. 557-562, 2018

GOMES, R. D. S. S.; DEMARTELAERE, A. C. F.; NASCIMENTO, L. C.; MACIEL, W. O.; WANDERLEY, D. B. N. D. S. Bioatividade de indutores de resistência no manejo da antracnose da goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 2, p. 149-154, 2016

GOMES, R. S. S.; NASCIMENTO, L. C. Induction of resistance to *Colletotrichum truncatum* in lima bean. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 85, 2018.

GOMES, L. I. S. **Métodos de inoculação de *Colletotrichum gloeosporioides* e efeitos de óleos essenciais no controle da antracnose em frutos de mamoeiro**. Universidade Federal de Lavras - UFLA. Dissertação de Mestrado. 2008.

GUIMARÃES S; S, MAZARO S M; FREDDO A R.; WAGNER JÚNIOR A. Potencial de preparados de cavalinha (*Equisetum* sp.) na síntese de metabólitos de defesa em cotilédones de soja (*Glycine max* L.) e o efeito sobre o crescimento de *Rhizoctonia solani* Kuhn, in vitro. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.17, p. 143-149, 2015.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52p. (Embrapa Soja. Documentos, 264).

HILLEN, T.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; MESQUINI, R. M.; CRUZ, M. E. S.; STANGARLIN, J. R.; NOZAKI, M. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais no controle

de alguns fitopatógenos fúngicos in vitro e no tratamento de sementes. **Revista Brasileira de plantas medicinais**. v.14, n.3, p.439-445, 2012.

KUHNEM JÚNIOR, P. R.; STUMPF, R., SPOLTI, P.; DEL PONTE, E. M. Características patogênicas de isolados do complexo *Fusarium graminearum* e de *Fusarium verticillioides* em sementes e plântulas de milho. **Ciência Rural**, v. 43, n. 4, p. 583-588, 2013.

KEFIALEWA, Y.; AVALEWB, A. Post-harvest biological control of anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) on mango (*Mangifera indica*). **Post-harvest Biology and Technology**, v. 50, n. 1, p. 8-10, 2008.

KESSMANN, H.; STAUB, T.; HOFMANN, C.; MAETZKE, T.; HERZOG, J.; WARD, E.; RYALS, J. Induction of systemic acquired disease resistance in plants by chemicals. **Annual review of phytopathology**, v. 32, n. 1, p. 439-459, 1994.

KIRINUS, M. B. M.; BARRETO, C. F.; SILVA, P. S. D.; OLIVEIRA, R. P. D.; MALGARIM, M. B.; FACHINELLO, J. C. 'Navelina' oranges submitted to pre-harvest resistance inducers. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 40, 2018.

KUMAR, H.; AHMAD, S.; ZACHARIA, S.; KUMAR, S.; ALI, A. Impact of diferente fungicides combination against brown leaf spot (*Drechslera oryzae*) of rice under the in vitro and in vivo. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v.6, n.1, p. 341-344, 2017.

LANZA, F. E.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, R. V.; SILVA, D. D.; QUEIROZ, V. A. V.; PARREIRA, D. F.; COTA, L. V. Aplicação foliar de fungicidas e incidência de grãos ardidos e fumonisinas totais em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 638-646, 2016.

LORENZETTI, E. **Controle de *Macrophomina phaseolina* em soja por extrato de alecrim e análise dos mecanismos de defesa envolvidos**. 2017. 47 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2017.

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 cacauete expostas a dois actinomicetos residentes de filoplano. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.34, n.1, p.34-37, 2008.

MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: Laps/Ufla/Faepe, v. 200, 2000.

MACIEL, C. G. ***Fusarium sambucinum* associados a sementes de *Pinus elliottii*: patogenicidade, morfologia, filogenia molecular e controle**. Dissertação (Mestrando em Engenharia Florestal), Universidade de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul. p. 94. 2012.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Fisiologia da produção de milho. **Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2006. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/490408/1/Circ76.pdf>>. Acesso em: 17 de Junho 2019.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation of seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MANDAL, S.; MALLICK, N.; MITRA, A. Salicylic acid-induced resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici in tomato. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 47, n. 7, p. 642-649, 2009.

MARTINS, Aline Neves. **Aferição do teste de germinação das sementes de milho em função do tratamento industrial das sementes**. 2017. 57f. Dissertação de Mestrado – Pós Graduação em Ciências. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.

MICHEREFF, S. J.; NORONHA, M. A.; ROCHA JÚNIOR, O. M.; SILVA, J. A.; MIZUBUTI, E. S. Variabilidade de isolados de *Alternaria brassicicola* no Estado de Pernambuco. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 6, p. 656-663, 2003.

MIRANDA, P. S.; MORAES, T. R.; DOS SANTOS, J. R. E.; CARVALHO, F. D.; VIANA, J. P.; PÉREZ-MALUF, R. Aplicação de silício na cultura do milho. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 16, n. 1, p. 1-6, 2018.

MÜLLER, I. **Indução de resistência e tratamento de sementes de soja com Fosfitos de potássio**. 2015. 117f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2015.

MUNKVOLD, G.P. Epidemiology of Fusarium diseases and their mycotoxins in maize ears. **European Journal of Plant Pathology**, v.109, p.705-713, 2003.

NASIR, M. N.; POLO LOZANO, D.; LUZURIAGA LOAIZA, W.; DELEU, M., LINS, L.; ONGENA, M.; FAUCONNIER, M. L. **New alternatives to chemical pesticides: deciphering the action mechanisms of lipid based plant elicitors via complementary biophysical and biological approaches.** 2014. Disponível em: <<https://orbi.uliege.be/handle/2268/165417>>. Acesso em: 14 de Setembro de 2019.

OLIVEIRA, F. Q.; MALAQUIAS, J. B.; FIGUEIREDO, W. R. S.; BATISTA, J. L.; BESERRA, E B.; OLIVEIRA, R. Insecticidal activity of bioproducts on *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae). **African Journal of Biotechnology**, v. 13, n. 12, p. 1430-1438, 2014.

OLIVEIRA, A. C. S.; MARTINS, G. N.; SILVA, R. F.; VIEIRA, H. D. Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **InterSciencePlace**, v. 1, n. 4, 2015.

OLIVEIRA, M. D. M.; VARANDA, C. M. R.; FÉLIX, M. R. F. Induced resistance during the interaction pathogen x plant and the use of resistance inducers. **Phytochemistry letters**, v. 15, p. 152-158, 2016.

OLIVEIRA, Gemerson Machado de. **INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM CULTIVARES DE Zea mays L. A Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae).** 2017. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Agronomia Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

PATEL, S.; RAJPUT, K.; SARAF, M. Elicitation of plant defense enzymes against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* in tomato plant using a novel rhizobacteria *Providencia rettgeri* MSS2. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 12, p. 308-313, 2017.

PAULA, M.; DOMINGOS, J.; CARLOS, B. Efeito do tratamento com óleos essenciais sobre a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de milho (*Zea mays*). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.83, p. 1-6 2016.

PEREIRA, S. C.; RODRIGUES, F. A.; CARRÉ-MISSIO, V.; OLIVEIRA, M. G. A.; ZAMBOLIM, L. Aplicação foliar de silício na resistência da soja à ferrugem e na atividade de enzimas de defesa. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, n.3, p.164-170, 2009.

RAMOS, D. P.; BARBOSA, R. M.; VIEIRA, B. G. T. L.; DE CÁSSIA PANIZZI, R.; VIEIRA, R. D. Infecção por *Fusarium graminearum* e *Fusarium verticillioides* em sementes de milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 1, p. 24-31, 2014.

REVERBERI, M.; RICELLI, A.; ZLALIC, S.; FABBRI, A. A.; FANELLI, C. Natural functions of mycotoxins and control of their biosynthesis in fungi. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 87, n. 3, p. 899-911, 2010.

RIBEIRO, J. G.; SERRA, I. M. R. S.; ARAÚJO, M. U. P. Uso de produtos naturais no controle de antracnose causado por *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Summa phytopathologica**, v. 42, n. 2, p. 160-164, 2016.

ROSA, L. R.; SENA, M. R.; SHIOMI, H. F. Double haploid technology to determine the inheritance of resistance to stalk rot (*Fusarium verticillioides*) in corn inbred lines. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 1, p. 59-66, 2016.

SANDOVAL, C. M. R. **Reconocimiento taxonómico preliminar de *Fusarium roseum* (clasificación pendiente) responsable de la pudrición basal del clavel comercial en la sabana de Bogotá**. 2010. 114f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biologia) – Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, 2010.

SANTOS, G. R.; FILHO, A. C. C.; REIS, A. Resistência de *Didymella bryoniae* a Fungicidas no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**. v. 31, p. 476-482. 2006.

SANTOS, G. R.; RODRIGUES, A. C; BONIFACIO, A.; JUNIOR, A. F. C.; TSCHOEKE, P. H. Severidade de antracnose em folhas de sorgo submetido a doses crescentes de silício. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 2, p. 403-408, 2014.

SANTOS, P. H. D. D., SILVEIRA, S. F. D., VIVAS, M., CARVALHO, B. M., & PEREIRA, M. G. Alternative control to black spot disease in papaya genotypes. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 1, p. 60-62, 2017.

SARTORI, A. F.; REIS, E. M.; CASA, R. T. Quantificação da transmissão de *Fusarium moniliforme* de sementes para plântulas de milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 456-458, 2004.

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

SENA, D. V. D. A.; ALVES, E. U.; MEDEIROS, D. S. D. Vigor tests to evaluate the physiological quality of corn seeds cv.'Sertanejo'. **Ciência Rural**, v. 47, n. 3, 2017.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; PASCHOLATI, S. F. Mecanismos bioquímicos de defesa vegetal. **Interação Planta Patógeno–fisiologia, Bioquímica e Biologia Molecular**. Piracicaba: FEALQ, p. 227-248, 2008.

SHAH, J.; CHATURVEDI, R.; CHOWDHURY, Z.; VENABLES, B.; PETROS, R. A. Signaling by small metabolites in systemic acquired resistance. **The Plant Journal**, v. 79, n. 4, p. 645-658, 2014.

SHAH, J.; ZEIER, J. Long-distance communication and signal amplification in systemic acquired resistance. **Frontiers in plant science**, v. 4, p. 30, 2013.

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

SILVA, Paulo Augusto Garbugio. **Leveduras para controle da helmintosporiose em milho (*Zea mays*)**. 2018. 101f Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia e Biociências Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

SILVA, R. C.; SOUZA, C. R. G.; PANOBIANCO, M. Vigor de sementes de milho: influência no desenvolvimento de plântulas em condições de estresse salino. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 3, p. 491-499, 2016.

SIQUEIRA, I. T. D. D.; CRUZ, L. R.; SOUZA-MOTTA, C. M. D.; MEDEIROS, E. V. D.; MOREIRA, K. A. Induction of acibenzolar-S-methyl resistance in cowpea to control anthracnose. **Summa Phytopathologica**, v. 45, n. 1, p. 76-82, 2019.

SMITH, C. J. Tansley Review No. 86 Accumulation of phytoalexins: defence mechanism and stimulus response system. **New phytologist**, v. 132, n. 1, p. 1-45, 1996.

SOUZA, W. C. O., DO NASCIMENTO, L. C., VIEIRA, D. L., SANTOS, T. S.; ASSIS FILHO, F. M. Alternative control of *Chalara paradoxa*, causal agent of black rot of pineapple by plant extract of *Mormodica charantia*. **European journal of plant pathology**, v. 142, n. 3, p. 481-488, 2015.

SOUSA, R. R. **Incidência de fusarium verticillioides em sementes de milho e métodos de inoculação em diferentes genótipos e estágios fenológicos**. 2017. 72f. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2017.

SPAGNOLLO, E.; WORDELL FILHO, J. A.; NESI, C. N. Produtividade, incidência de podridões de colmo e qualidade de grãos de milho cultivados sob diferentes arranjos espaciais e densidades de plantas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 15, n. 2, p. 109-117, 2016.

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

UCHÔA, C. D. N.; POZZA, E. A., UCHÔA, K. S. A.; RIBEIRO, J.; TOYOTA, M.; MORAES, W. D. S.; DA SILVA, B. M. Acibenzolar-S-methyl and silicium as an inductor of resistance to Black sigatoka of banana cultivar Grand Naine (AAA). **Revista Agrarian**, v. 7, n. 24, p. 189-196, 2014.

USDA - **United States Department of Agriculture. Grain: World Markets and Trade**. 2018, 52 p.

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*, **Elsevier**, v.55, p.85-97, 1999.

WORDELL FILHO, J. A.; SPAGNOLLO, E. Sistema de cultivo e doses de nitrogênio na sanidade e no rendimento do milho. **Ciência Rural**, v. 43, n. 2, p. 199-205, 2013.

XIE, J. H.; CHAI, T. T.; XU, R.; LIU, D.; YANG, Y. X.; DENG, Z. C.; HE, H. Induction of defense-related enzymes in patchouli inoculated with virulent *Ralstonia solanacearum*. **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 27, p. 63-69, 2017.