

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

LAURA MARIA HOINATZ SCHMITZ

**RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA, DESINFECÇÃO, DESEMPENHO FISIOLÓGICO E
INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM SEMENTES DE SOJA**

DOIS VIZINHOS

2021

LAURA MARIA HOINATZ SCHMITZ

**RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA, DESINFECÇÃO, DESEMPENHO FISIOLÓGICO E
INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM SEMENTES DE SOJA**

**Ultraviolet radiation, disinfection, physiological performance and resistance
induction in soybean seeds**

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do título de Mestre em Agroecossistemas da
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná (UTFPR).
Orientador: Prof. Dr. Jean Carlo Possenti
Co-orientador: Prof. Dr. Sérgio Miguel Mazaro

DOIS VIZINHOS

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos**



LAURA MARIA HOINATZ SCHMITZ

**RADIAÇÃO UV, DESINFECÇÃO, DESEMPENHO FISIOLÓGICO E INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM
SEMENTES DE SOJA**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ciências Agrárias da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Agroecossistemas.

Data de aprovação: 30 de Abril de 2021

Prof Jean Carlo Possenti, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Fabiola Villa, Doutorado - Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)

Prof.a Maristela Dos Santos Rey, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 04/05/2021.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que sempre fez com que tudo acontecesse conforme seus planos, por todas as oportunidades, discernimento e esperança para conseguir superar todas as dificuldades nesta caminhada.

A minha família, em especial aos meus pais Aldo Schmitz e Nilza Maria Hoinatz Schmitz, e meu esposo Alisson Humberto Brito, pelo incentivo e apoio incondicional, por toda força, calma e paciência que me transmitiram.

Agradeço a equipe de professores e coordenação do programa, por transmitirem seus conhecimentos, em especial ao meu orientador Jean Carlo Possenti e Co-orientador Sérgio Miguel Mazaro, pelo incentivo e auxílio para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas, muitos frutos destas trajetórias, os quais sempre foram gentis, amigos e afetuosos, que deixaram tudo mais “leve” e que compartilharam junto de mim vários momentos, me ajudando e incentivando.

A todos que de forma direta e indireta contribuíram para a chegada deste momento.

“Observe profundamente a natureza, e então você entenderá tudo
melhor.”

Albert Einstein

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do tempo de exposição à radiação ultravioleta, sobre a sanitização de *Fusarium tucumaniae* e *Aspergillus* spp., na qualidade fisiológica de sementes de soja. Para a condução dos experimentos foram usados dois lotes de sementes (A) e cinco tempos de exposição das sementes em radiação ultravioleta (0, 10, 20, 30 e 40 minutos) (B), frente aos fungos *Fusarium tucumaniae* e *Aspergillus* spp. (C). Foram avaliadas as variáveis: emergência em campo, índice de velocidade de emergência, velocidade de emergência, 1ª contagem de germinação, germinação final, índice de velocidade de germinação, comprimento de plântula, massa seca, envelhecimento acelerado e sanidade de sementes. Bioquimicamente, as sementes foram avaliadas quanto à produção pelo embrião no processo germinativo de proteínas totais, quitinase e β -1,3-glucanase, fenóis totais e atividade enzimática de Fenilalanina Amônia-liase. As variáveis emergência em campo, índice de velocidade de emergência, 1ª contagem de germinação, germinação final, envelhecimento acelerado e sanidade de sementes não atenderam os pressupostos da análise de variância mesmo após transformação dos dados. Foi possível constatar homogeneidade entre os tratamentos para essas variáveis. Para as demais variáveis houve interação estatística significativa entre os fatores A e B para as variáveis comprimento de parte aérea, comprimento de raiz e massa seca de plântula. Analisando os fatores isoladamente, o fator B foi significativo para as variáveis velocidade de emergência, comprimento de parte aérea, comprimento de raiz e massa seca de plântula, e o fator C para as variáveis comprimento de parte aérea, comprimento de raiz e massa seca de plântula. Quanto as análises bioquímicas, foi possível constatar que para a variável teor de fenóis apenas o fator fungo apresentou significância. Para atividade de FAL houve interação significativa entre os fatores lote e tempo de radiação. Já para a variável quitinase, não houve significância dos fatores analisados. Para a variável proteína procedeu-se a análise não paramétrica, constatando-se homogeneidade entre os tratamentos. Não foi observado a expressão de β -1,3-glucanase. a exposição à radiação ultravioleta dentro dos períodos analisados e condições testadas não foi eficaz sobre a sanitização de *Fusarium tucumaniae* e *Aspergillus* spp., sendo necessária a realização de novos estudos, com objetivo de estabelecer protocolos que permitam sua replicabilidade.

Palavras-chave: Radiação UV-C; Assepsia de sementes; *Fusarium tucumaniae*; *Aspergillus* spp.

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the effect of the time of exposure to ultraviolet radiation, on the sanitization of *Fusarium tucumaniae* and *Aspergillus* spp., on the physiological quality of soybean seeds. To conduct the experiments, two seed lots (A) and five seed exposure times in ultraviolet radiation (0, 10, 20, 30 and 40 minutes) (B) were used (B), against the fungi *Fusarium tucumaniae* and *Aspergillus* spp. (C). The following variables were evaluated: field emergence, emergence speed index, emergency speed, 1st germination count, final germination, germination speed index, seedling length, dry mass, accelerated aging and seed health. Biochemically, the seeds were evaluated for embryo production in the germinative process of total proteins, chitinase and β -1,3-glucanase, total phenols and enzyme activity of Phenylalanine Ammonia lyase. The variables emergence in the field, emergence speed index, 1st germination count, final germination, accelerated aging and seed health did not meet the assumptions of the analysis of variance even after data transformation. It was possible to verify homogeneity between treatments for these variables. For the other variables, there was a significant statistical interaction between factors A and B for the variables shoot length, root length and seedling dry mass. Analyzing the factors in isolation, factor B was significant for the variables emergence speed, shoot length, root length and seedling dry mass, and factor C for the shoot length, root length and dry mass variables. seedling. As for the biochemical analyzes, it was possible to verify that for the phenol content variable, only the fungus factor presented significance. For FAL activity, there was a significant interaction between the batch and radiation time factors. As for the chitinase variable, there was no significance of the factors analyzed. For the protein variable, non-parametric analysis was performed, showing homogeneity between treatments. B-1,3-glucanase expression was not observed. exposure to ultraviolet radiation within the analyzed periods and conditions tested was not effective on the sanitization of *Fusarium tucumaniae* and *Aspergillus* spp., requiring further studies to establish protocols that allow their replicability.

Keywords: UV-C radiation; Seed asepsis; *Fusarium tucumaniae*; *Aspergillus* spp.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fotografia 1 - Inoculação de <i>Aspergillus</i> spp. e <i>Fusarium tucumaniae</i> em sementes de soja da cultivar BMX ZEUS 55157RSF IPRO. A) Inoculação de fungos em meio de cultura. B) Discos de meio de cultura contendo <i>Fusarium tucumaniae</i> . C) Discos de meio de cultura contendo <i>Aspergillus</i> spp. E) Sementes inoculadas.	29
Fotografia 2 - Equipamento microondas adaptado para exposição das sementes de soja com luz UV-C. A) Externo. B) Interno.	30
Gráfico 1 - Velocidade de emergência em função do tempo de radiação em sementes de soja.	39
Gráfico 2 - Comprimento de parte aérea em função do lote e do tempo de radiação em sementes de soja.	40
Gráfico 3 - Comprimento de raiz em função do lote e do tempo de radiação em sementes de soja.	40
Gráfico 4 - Massa seca de plântula em função dos lotes e do tempo de exposição das sementes à radiação ultravioleta.	41
Gráfico 5 - Atividade enzimática de Fenilalanina Amônia-liase (FAL) em função do tempo de radiação e do lote de sementes de soja.	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Peso de mil sementes (g), teor de água (%), germinação (%) e danos mecânicos (%) dos dois lotes sementes de soja, cultivar BMX ZEUS 55157RSF IPRO, usados no ensaio.	37
Tabela 2 - Sanidade em sementes de soja, de dois lotes da cultivar BMX ZEUS 55157RSF IPRO antes da inoculação.....	37
Tabela 3 - P-valor para variáveis não-paramétricas (Teste de Kruskal-Wallis).	38
Tabela 4 - Graus de liberdade (GL) e quadrados médios (QM) da análise de variância para as variáveis: velocidade de emergência, comprimento de parte aérea, comprimento de raiz e massa seca de plântula, em sementes de soja.	38
Tabela 5 - Comprimento de parte aérea, raiz e massa seca em função do tipo de fungo inoculado em sementes de soja.	41
Tabela 6 - Graus de liberdade (GL) e quadrados médios (QM) da análise de variância para as variáveis: fenóis totais, quitinase e FAL em sementes de soja.	44
Tabela 7 - Fenóis totais em função do tipo de fungo inoculado em sementes de soja.	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CP	Comprimento de Plântulas
CPA	Comprimento de Parte Aérea
CR	Comprimento de Raiz
EC	Emergência em Campo
EA	Envelhecimento Acelerado
FAL	Fenilalanina Amônia-liase
IVE	Índice de Velocidade de Emergência
MS	Massa Seca
PMS	Peso de Mil Sementes
PRPs	Proteínas Relacionadas à Patogenicidade
RAS	Regras de Análises de Sementes
RLA	Resistência Local Adquirida
ROS	Espécies Reativas ao Oxigênio
RSA	Resistência Sistêmica Adquirida
RSI	Resistência Sistêmica Induzida
UV	Ultravioleta
VE	Velocidade de Emergência

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	A Cultura Da Soja	15
2.2	Qualidade De Sementes	16
2.3	Patógenos Em Sementes	18
2.3.1	<i>Fusarium tucumaniae</i>	18
2.3.2	<i>Aspergillus spp.</i>	19
2.4	Tratamento De Sementes	20
2.4.1	Tratamento Químico	20
<u>2.4.1.1</u>	<u>Tratamento Físico: Ultravioleta no Controle de Patógenos</u>	<u>22</u>
<u>2.4.1.2</u>	<u>Ultravioleta na Indução de Resistência em Células Vegetais</u>	<u>23</u>
3	MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1	Local do Experimento	26
3.2	Caracterização Do Material Experimental	26
3.2.1	Peso de Mil Sementes (PMS)	26
3.2.2	Teor de Água das Sementes	26
3.2.3	Germinação	26
3.2.4	Danos Mecânicos	27
3.2.5	Sanidade de Sementes	27
3.3	Condução Experimental	28
3.4	Inoculação de Sementes com <i>Aspergillus spp.</i> e <i>Fusarium tucumaniae</i>	28
3.5	Procedimento Para Exposição Das Sementes À Radiação Ultravioleta	29
3.6	Variáveis respostas avaliadas	30
3.6.1	Desempenho das Sementes	30
<u>3.6.1.1</u>	<u>Emergência em Campo (EC)</u>	<u>30</u>
<u>3.6.1.2</u>	<u>Índice de Velocidade de Emergência (IVE)</u>	<u>31</u>
<u>3.6.1.3</u>	<u>Germinação</u>	<u>31</u>
<u>3.6.1.4</u>	<u>Comprimento de Plântulas (CP)</u>	<u>31</u>
<u>3.6.1.5</u>	<u>Massa Seca (MS)</u>	<u>32</u>
<u>3.6.1.6</u>	<u>Envelhecimento Acelerado (EA)</u>	<u>32</u>
<u>3.6.1.7</u>	<u>Sanidade</u>	<u>32</u>
3.7	Análises Bioquímicas	33

3.7.1	Obtenção dos Cotilédones	33
3.7.2	Determinação das Atividades Enzimáticas: quitinase e β -1,3-glucanase 33	
3.7.3	Determinação de Proteínas Totais	33
3.7.4	Determinação de Fenóis Totais.....	34
3.7.5	Determinação da Atividade Enzimática de Fenilalanina Amônia-liase (FAL) 35	
3.8	Análise Estatística dos Dados.....	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
4.1	Análises De Sementes	37
4.1.1	Discussão: Análise de Sementes	42
4.2	Análises Bioquímicas	44
4.2.1	Discussão: Análises Bioquímicas	46
5	CONCLUSÕES	49
	REFERÊNCIAS.....	50

1 INTRODUÇÃO

A soja é uma cultura de grande valor econômico, sendo o Brasil e os Estados Unidos os maiores produtores mundiais (CONAB, 2020). Anualmente é visto uma grande expansão de área e de produtividade dessa cultura. A expansão da área plantada, bem como, os altos níveis de produção são possíveis devido às tecnologias empregadas e conseqüentemente, à qualidade das sementes, a qual se destaca como principal insumo utilizado pelos sojicultores (SZARESKI *et al.*, 2018).

A produção de sementes de alta qualidade fisiológica, que é caracterizada pelo vigor e pela viabilidade, corresponde ao somatório de atributos genéticos, físicos, sanitários e fisiológicos (DOS SANTOS *et al.*, 2016). O vigor corresponde a soma de atributos que confere à semente, a capacidade de germinar e emergir, resultando em plântulas normais, mesmo que em condições adversas (HÖFS *et al.*, 2004). A viabilidade por sua vez, está relacionada a germinação das sementes sob condições favoráveis (ROCHA *et al.*, 2017).

No campo, estresses climáticos, nutricionais, danos por insetos e por microrganismos, são tidos como fundamentais agentes de deterioração desse insumo (FRANÇA-NETO *et al.*, 2016). Dessa forma, mesmo ao se utilizar sementes de alta qualidade fisiológica, o avanço em novas áreas de plantio aliado a constante instabilidade das condições climáticas durante a estação de cultivo, têm provocado aumento significativo na ocorrência de pragas e patógenos (ARANTES *et al.*, 2019; ROCHA *et al.*, 2017).

Como mencionado, muitos são os fatores responsáveis pela perda de qualidade das sementes, principalmente os fatores bióticos, destacando-se os microrganismos fitopatogênicos que podem comprometer a integridade das sementes (MEDEIROS *et al.*, 2019). Dentre esses, destacam-se os fungos, causadores de muitos danos durante a produção, bem como na pós-colheita e no armazenamento (MEDEIROS *et al.*, 2016).

Na cultura da soja, *Fusarium tucumaniae* e *Aspergillus* spp. são fungos responsáveis por grandes danos ao crescimento e desenvolvimento e conseqüentemente aos atributos fisiológicos das sementes que afetam a produção (HENNING *et al.*, 2014). Quando em condições ideais para seu desenvolvimento, a infecção e disseminação de fungos ocorre de forma muito rápida, causando perdas significativas de produção (RIBEIRO *et al.*, 2017). Nesse sentido, a qualidade sanitária

das sementes é um dos fatores que deve ser levado em consideração, pois garante o estabelecimento da cultura, com estandes de plantas uniformes e livres de doenças, resultando em ganhos quantitativos e qualitativos na produção (PIZÁ *et al.*, 2018).

No intuito de controle de pragas e patógenos, o manejo sanitário das sementes de soja geralmente é realizado através do tratamento químico, podendo ser na forma de fungicidas, nematicidas e inseticidas (CONCEIÇÃO *et al.*, 2014). Todavia, o uso indiscriminado desses produtos, podem ocasionar danos ao meio ambiente e a saúde humana, além de atingir microrganismos não-alvos e promover resistência dos organismos-alvo, como insetos, fungos, ácaros, vírus, bactérias, nematóides e sementes de plantas daninhas (COPPO *et al.*, 2017; MOREIRA *et al.*, 2008).

Nesse contexto, verifica-se a importância do estudo de novas tecnologias no tratamento de sementes e no controle de patógenos. Como alternativa, o uso de radiação ultravioleta como agente físico tem mostrado potencial no controle de fungos, demonstrando ser um método alternativo ao uso de fungicidas químicos (BARTINICKI *et al.*, 2011; HUANG *et al.*, 2015; NASCIMENTO *et al.*, 2014; SRIPONG *et al.*, 2015; TERAO *et al.*, 2019).

A radiação ultravioleta possui modo de ação pela redução de propágulos por meio do seu efeito germicida, ou pela indução de resistência no hospedeiro. Inicialmente, essa técnica foi testada no armazenamento de cebola e batata, e posteriormente na indução de resistência em alguns frutos (STEVENS, 1998; STEVENS, 2005). Também, em sementes de mostarda, ervilha, arroz e soja buscando eliminar microorganismos e em trigo visando tratar sementes infectadas com *Fusarium graminearum* (REDDY *et al.*, 1995; REDDY *et al.*, 1998; SPERLING; BONETTI; TRAGNAGO, 2012).

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da exposição de amostras de dois lotes de sementes de soja à radiação ultravioleta, sobre a eliminação de propágulos de *Fusarium tucumaniae* e *Aspergillus* spp. e sua qualidade fisiológica, bem como na indução de resistência de plântulas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Cultura Da Soja

A soja (*Glycine max* (L.) Merr.) pertence à família Fabaceae, a qual também compreende plantas como o feijão, a lentilha e a ervilha. Originária da China, seu nome tem origem na palavra japonesa “shoyu” (MELLO; BRUM, 2020). Por ser rica em proteínas é cultivada como alimento para consumo humano e animal. Além de possuir grande importância nas indústrias alimentícias, se destaca nas indústrias farmacêuticas e de cosméticos (SANTOS; FERNANDES *et al.*, 2017).

A oleaginosa chegou ao Brasil primeiramente na Bahia, em 1882, porém, devido as condições climáticas, foi levada por imigrantes japoneses para São Paulo, onde seu desenvolvimento apresentou melhores resultados. Em seguida, em 1914, foi iniciado seu cultivo no Rio Grande do Sul, com fins de autoconsumo. A partir da década de 1960, em tempos de modernização da agricultura e da Revolução Verde, foi que passou a ser cultivada com fins comerciais (BRUM, 1988).

A partir de 1970 a adoção de novas tecnologias somadas às políticas de desenvolvimento, promoveram o interesse pelo cultivo nas demais unidades da federação, levando o progresso e o desenvolvimento para regiões despovoadas e desvalorizadas. Atualmente, o Brasil figura com os Estados Unidos entre o primeiro e segundo maior produtor mundial da oleaginosa, sendo seu principal produto de exportação (KOPF; BRUM, 2019a; KOPF; BRUM, 2019b).

A cultura da soja, mais plantada no Brasil, deve alcançar na safra 2020/21 38,2 milhões de hectares, aumento de quase 3,5% com relação ao ciclo 2019/20. Até novembro de 2020 a produção de soja no Brasil foi de 134,9 mil toneladas, alcançando 3.528 kg ha⁻¹ (CONAB, 2020).

O crescimento da cultura da soja no Brasil está associado aos avanços científicos e a disponibilização de tecnologias ao setor produtivo. Dentre esses, destacam-se os programas de melhoramento genético, que possibilitaram o avanço da cultura para as regiões de baixas latitudes, através do desenvolvimento de cultivares mais adaptados, com alta estabilidade, adaptabilidade e alta produtividade de grãos (FREITAS, 2011).

Além do melhoramento genético, o desenvolvimento de pacotes tecnológicos relacionados ao manejo de solos, pragas e doenças, são primordiais na resolução dos principais fatores responsáveis por perdas no processo de colheita (FREITAS, 2011).

2.2 Qualidade De Sementes

O processo de produção de sementes requer um sistema de controle de qualidade e o cumprimento de leis e normas, que exigem padrões mínimos de qualidade e a garantia de uma produção certificada (MARCOS-FILHO, 2015).

A produção de sementes no Brasil é baseada na Lei 10.711/2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e o Registro Nacional de Semente e Mudanças (RENASEM) e dá outras providências (BRASIL, 2003). Para a produção de sementes de soja, a Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013, determina os padrões de identidade e qualidade para a produção e a comercialização de sementes (BRASIL, 2013).

A semente, difere do grão comercial, pois é produzida com finalidade de semeadura, sob condições especiais. Para o crescimento e desenvolvimento do embrião e da plântula, a semente contém todas as substâncias necessárias, incluindo os compostos necessários para o controle do metabolismo (ELIAS *et al.*, 2012; TAIZ; ZEIGER, 2017). Todavia, em condições de campo, as sementes estão expostas aos fatores bióticos e abióticos, que podem prejudicar sua qualidade fisiológica. Dentre esses fatores, pode-se citar a temperatura, umidade relativa do ar, escassez hídrica, deficiência nutricional e ataque de pragas e doenças (PESKE; BARROS; SCHUCH, 2012).

A qualidade de um lote de sementes é o resultado do somatório de atributos genéticos, físicos, sanitários e fisiológicos (SEDIYAMA *et al.*, 2013). A semente de soja para ser considerada de alta qualidade, deve apresentar taxa de vigor superior a 75%, germinação superior a 80%, condições sanitárias adequadas, pureza física e varietal (FRANÇA-NETO *et al.*, 2010). Os atributos genéticos, físicos, sanitários e fisiológicos são responsáveis pelo desempenho da semente no campo e garantem altos níveis de produção (KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO; HENNING 2018).

Os atributos genéticos correspondem a pureza varietal, a qual permite que a semente expresse todos os seus atributos de qualidade agrônômica (ciclo,

produtividade, resistência a enfermidades, tipo de grão, qualidades organoléptica e de semente) (KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO; HENNING 2018).

Os atributos físicos correspondem a pureza física, teor de água, danos mecânicos, massa de 1.000 sementes, aparência e peso volumétrico. A qualidade física da semente garante bom desenvolvimento a campo, no que se refere a germinação e emergência de plântula, e conseqüentemente altos níveis de produtividade (KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO; HENNING 2018).

Outro fator a ser considerado na qualidade das sementes é o sanitário. As sementes devem ser sadias e livres de patógenos, ao contrário, podem afetar negativamente a qualidade fisiológica das sementes, assim como a sanidade da lavoura (SHUANB *et al.*, 2006). Para detecção de fungos em sementes de soja, o teste de papel filtro, ou *Blotter Test* permite a observação do fitopatógeno diretamente no hospedeiro (semente), em condições naturais de desenvolvimento (HENNING, 2004). Por fim, os atributos fisiológicos, garantem o desempenho das funções vitais das sementes (ZIMMER, 2012). Dessa forma, é sabido que sementes de baixa qualidade fisiológica pode ocasionar reduções na velocidade e emergência total, menor tamanho de plântulas, menor acúmulo de matéria seca e área foliar (SCHUCH *et al.*, 2009).

Sobre os atributos fisiológicos das sementes, avalia-se viabilidade e vigor (MARCOS FILHO, 2015). A avaliação dos atributos fisiológicos ocorre através de testes laboratoriais, os quais permitem a tomada de decisão quanto a utilização ou não de lotes e a predição do desempenho desses. A avaliação de vigor pode ser realizada através de testes físicos, fisiológicos, bioquímicos, de resistência a estresse, de integridade das membranas e de desempenho de plântulas. O objetivo da realização dos testes de vigor é a detecção de diferenças no potencial fisiológico, sendo um complemento ao teste de germinação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Dentro desse contexto, pode-se afirmar que a qualidade das sementes garante um estande adequado, com plantas vigorosas (FRANÇA-NETO, 2016). Assim, o controle de qualidade é primordial dentro do contexto da cadeia produtiva de soja, para melhor desenvolvimento da cultura e alta rentabilidade (DOS SANTOS *et al.*, 2014).

Para tal, a tecnologia de sementes engloba um conjunto de conhecimentos técnicos e científicos, para fundamentar a produção e utilização de sementes de alta qualidade, constituindo-se em uma ferramenta de extrema importância para empresas e agricultores (CANTARELLI, 2015).

2.3 Patógenos Em Sementes

Existem diferentes tipos de associações entre patógenos e sementes: misturados, aderidos de forma passiva ou em tecidos internos. As associações do tipo misturado e aderido de forma passiva, sofrem influência do manejo cultural e pela anatomia das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A associação por tecidos internos das sementes é referida como infecção, sendo que quando infectadas, os fitopatógenos podem ocasionar a produção de embriões anormais (ANSELME, 1987). Todavia, um patógeno pode ter mais de uma associação e em qualquer delas causa deterioração em sementes, refletindo em menor viabilidade e vigor (BEWLEY; BLACK, 1994).

Maior número de espécies de fitopatógenos associadas a sementes são de fungos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). A quantidade e a localização do inóculo nas sementes determinam a transmissibilidade para a planta. Alguns são infectados diretamente pela planta mãe, como é o caso do *Fusarium* spp., outros são transmitidos ainda na formação dos frutos ou após a sua maturação (ANSELME, 1987).

A semente como sendo excelente veículo de fitopatógenos, garante condições de temperatura e umidade controladas e dessa forma, maior facilidade de introdução ou reintrodução em lavouras (MARCOS FILHO, 2015). O aumento significativo de patógenos identificados na cultura da soja também se deve pelo uso de sementes não certificadas, manejo inadequado do solo, falta de rotação de culturas, o que também tem agravado os danos (BALARDIN, 2004; FREITAS; MENEGHETTI; HENNING, 2005; RAMPIM *et al.*, 2016; REIS *et al.*, 2012).

Todavia, a detecção precoce de patógenos associados às sementes, permite a tomada de decisão quanto a utilização do lote, bem como sobre a realização de tratamento. Fungos como *Phomopsis* spp., *Colletotrichum truncatum*, *Fusarium* spp. (fitopatógenos) e *Aspergillus* spp. (fungos de armazenamento), ao infectarem a semente, causam redução do vigor e da germinação e os estudos voltados a esses são de grande importância (HENNING, 2005).

2.3.1 *Fusarium tucumaniae*

Na cultura da soja, *Fusarium* spp. causa a podridão vermelha da raiz ou síndrome da morte súbita (REIS; REIS, FORCELINI, 2010). Em outras culturas é

agente causal de diversas doenças (KIMATI *et al.*, 1997). Em 1972, o agente etiológico desta doença foi relatado como *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. (BAHAR; SHAHAB, 2012) ou a sua forma *Fusarium solani* f.sp. *glycines* (ALMEIDA *et al.*, 1997; ROY *et al.*, 1997). Em outros estudos foram evidenciadas diferenças para separá-los em quatro espécies: *Fusarium brasiliense*, *Fusarium cuneirostrum*, *Fusarium tucumaniae* e *Fusarium virguliforme* (AOKI; O'DONNELL; SCANDIANI, 2005).

Aoki, O'donnell, Scandiani (2005), ainda afirmaram que essas quatro espécies distintas de *Fusarium* causam a podridão vermelha da raiz em soja na América do Sul. Segundo Arruda *et al.* (2005), no Brasil, a espécie prevalente é a *F. tucumaniae*. A velocidade com que o fungo tem se disseminado, sugere que a semente pode ser um agente de disseminação dessas espécies (BALARDIN *et al.*, 2005).

No início da infecção as plantas de soja apresentam mancha avermelhada na raiz. Ao longo do tempo, muda a coloração do vermelho-arroxeadado para castanho-avermelhado a quase negro. O tecido lenhoso da haste passa a ter coloração castanho-claro e na parte aérea ocorre o amarelecimento prematuro das folhas e necrose entre as nervuras. Ainda, em plantas com ataque mais severo, pode ocorrer desfolha prematura e abortamento de vagens (HENNING *et al.*, 2014).

Quanto as suas características, fungos do gênero *Fusarium* possuem hifas septadas, produzem conídios em conidióforos livres, formam esporodóquios e têm esporos curvos (AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2011). Em relação ao *F. tucumaniae*, esse produz conídios esporodóquiais mais longos e estreitos, se disseminam facilmente por conídios que se transformam em clamidósporos, estruturas que se tornam inóculo primário da podridão vermelha da raiz (ROY *et al.*, 1997).

2.3.2 *Aspergillus* spp.

Os fungos do gênero *Aspergillus* podem causar perda do poder germinativo de sementes, apodrecimento e aquecimento do tegumento, levando ao aumento da taxa respiratória e produção de micotoxinas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Os fungos identificados em grãos e sementes de soja podem ser característicos de campo, sendo patogênicos ou saprófitas, e de armazenamento. Em sementes de soja de qualidade inferior, *Aspergillus flavus* é mais comumente

encontrado, principalmente em lotes de sementes com alto teor de umidade, em que causam maiores danos (GOULART, 2004; HENNING *et al.*, 2014).

Sementes com alto teor de água estão mais propícias a incidência de *Aspergillus* spp., todavia, acredita-se que os grãos armazenados chegam nas unidades de recebimento já infectados. Essa infecção pode ocorrer a partir do solo, principalmente onde há presença de matéria orgânica e materiais em decomposição, com maior abundância nas regiões de clima tropical e subtropical, que promovem um microclima ideal para a desenvolvimento e proliferação (VIEGAS; ROSSETTO, 2006).

Os fungos do gênero *Aspergillus* são aeróbicos e cosmopolitas, o conidióforo apresenta cabeça esférica, conidial radiada e com fiálides. Na fase inicial de maturação apresenta coloração branca, dependendo da espécie a cor pode evoluir para verde, amarelo, castanho ou preto (CARVALHO, 2013; GOULART, 2004).

2.4 Tratamento De Sementes

Em condições ideais, a infecção e a disseminação de fungos na cultura da soja ocorrem de forma muito rápida, causando perdas significativas de produção (RIBEIRO *et al.*, 2017). Dessa forma, o uso de fungicidas se tornou a principal forma de controle de doenças fúngicas, além de possuir baixo custo, facilidade de manuseio e alta eficiência (XIA *et al.*, 2006).

2.4.1 Tratamento Químico

No manejo convencional, atualmente em quase 100% das áreas de cultivo são usadas sementes tratadas quimicamente (RICHETTI; GOULART, 2019), considerando o uso de fungicida e de inseticida. A soja especificamente, se respalda no uso de fungicidas para garantia de sua produtividade (OLIVEIRA; ROSA, 2014; SIVASAKTHI *et al.*, 2014; ZAMBOLIM; JESUS JUNIOR, 2008).

O tratamento de sementes com fungicidas, assim como para soja, é orientação incontestável (OLIVEIRA; ROSA, 2014; SALVADORI *et al.*, 2016). Praticamente, todos os grupos químicos de fungicidas são recomendados para o controle de doenças na cultura da soja (SALVADORI *et al.*, 2016, REIS; REIS; CARMONA, 2019). Através desse tratamento é possível garantir o estabelecimento de estande, evitando patógenos transmitidos pelas sementes, reduzindo a

possibilidade de introdução dos mesmos e diminuindo a exposição das sementes à patógenos existentes no solo (HENNING, 2005; FRANÇA-NETO *et al.*, 2016; NUNES, 2016; REIS; REIS; CARMONA, 2019).

Especificamente, às sementes são indicados tratamentos com fungicidas, inseticidas, nematicidas, micronutrientes, filmes de recobrimento, inoculantes e biológicos (HENNING, 2005; FRANÇA-NETO *et al.*, 2016; NUNES, 2016). Apesar da grande importância que o tratamento químico apresenta, um dos fatores limitantes ao uso indiscriminado desses produtos é o desenvolvimento da resistência dos fungos, provocando diminuição da sensibilidade e exigindo novas moléculas para o controle ou dosagens cada vez maiores (DELP; DEKKER, 1985).

Dessa forma, há grande preocupação científica sobre como a dependência do uso de defensivos e fertilizantes quimicamente sintetizados pode ocasionar a resistência de patógeno às moléculas (GEORGHIOU, 2012). Além disso, há outras preocupações de longa data, como a poluição ambiental (ZHANG *et al.*, 2011); contaminação da superfície do solo e mananciais (SAVCI, 2012) e com efeitos deletérios aos microrganismos benéficos do solo, insetos, pássaros e peixes (MUÑOZ-LEOZ *et al.*, 2013).

As primeiras recomendações de uso de fungicidas no tratamento de sementes na cultura da soja no Brasil ocorreram para o controle de podridões radiculares (*Rizoctonia* spp. e *F. solani*) utilizando pentacloronitrobenzeno, e no tratamento de sementes para controle de mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*) utilizando bissulfeto de tetrametil tiuran (FERREIRA; LEHMAN; ALMEIDA, 1979).

Em 1984, já havia relato sobre as vantagens do uso de fungicidas no tratamento de sementes para a cultura (NASSER *et al.*, 1984). Ao decorrer do tempo, novas doenças foram diagnosticadas e descritas, o que culminou no uso intensivo de fungicidas. A prática garantiu o controle de doenças, o aumento da produtividade e, conseqüentemente, tornou a cultura dependente do uso dessa prática, incentivando a evolução do uso e o desenvolvimento de moléculas fungicidas (OLIVEIRA; ROSA, 2014; BALBINOT JUNIOR *et al.*, 2017).

Nos anos 70 surgiram os triazóis, e em seguida nos anos 90, as estrobirulinas, o grupo mais novo entre os fungicidas (ZAMBOLIN; JESUS JUNIOR, 2008). Desde então, as formulações e dosagens vem sendo aprimoradas. Apesar da eficiência através do tratamento químico, o manejo integrado e outras alternativas de controle devem ser adotadas, mantendo as perdas abaixo do limiar de dano econômico,

reduzindo a disseminação de inóculo, os custos/prejuízos econômicos e/ou ao ambiente (BERGAMIN FILHO, 2008).

2.4.1.1 Tratamento Físico: Ultravioleta no Controle de Patógenos

Como alternativa ao uso de agroquímicos para controle de patógenos, o controle físico visa a redução de impactos ambientais e contaminação humana e animal (EMBRAPA, 2007). Dentre as alternativas de controle físico, pode-se citar o uso de radiação ultravioleta (UV).

A radiação UV foi descoberta em 1801 pelo cientista alemão Johan Ritter. O cientista identificou uma forma invisível de luz além do violeta, com capacidade de oxidar haletos de prata (BALL, 2007). A fonte natural e mais conhecida na geração de raios UV é o sol, que gera UV-A e UV-B. Porém, também é possível a geração de raios UV de forma artificial, através de lâmpadas que produzem o UV-A, UV-B e UVC.

Dessas, as lâmpadas UV-C são mais conhecidas pela ação germicida (LIMA, 2015). A diferença entre UV-A, UV-B e UV-C ocorre pela faixa de comprimento de onda na região não ionizante do espectro eletromagnético. A radiação UV-A encontra-se no comprimento de 320 nm - 400 nm, enquanto a UV-B entre 280 nm-320 nm, e UV-C menor que 280 nm (BINTSIS *et al.*, 2000).

O tratamento por radiação ultravioleta tem um longo e eficiente histórico no controle microbiológico do ar. Em aplicações como tratamento de bebidas e superfícies ele tem se destacado, embora para superfícies de alimentos o seu uso vise a extensão da vida útil do produto (KONINKLIJKE PHILIPS ELETRONICS, 2007).

A irradiação ultravioleta tem efeito microbicida se for utilizada com intensidade e tempo de exposição suficiente, encontrando aplicações diversas como na esterilização do ar, superfícies de equipamentos e em embalagens de alimentos. Fontes com comprimentos de ondas inferiores a 200 nm são ineficientes, visto que as ondas são rapidamente absorvidas pelo oxigênio e pela água. As irradiações ultravioletas na faixa de 210 e 330 nm são mais eficientes como germicidas por serem absorvidas pelas proteínas e ácidos nucléicos, provocando o rompimento de cromossomo, mutações genéticas e inativação de enzimas e, conseqüentemente, a morte da célula (CARDOSO, 2007).

Sobre fungos fitopatogênicos, a radiação UV-C atua na redução de propágulos por meio do efeito germicida, ou pela indução de resistência no

hospedeiro. Isso ocorre pela destruição das estruturas do patógeno, inibindo a germinação ou retardando o desenvolvimento do mesmo, por meio da desnaturação proteica e desorganização da membrana plasmática (STEVENS, 2005).

2.4.1.2 Ultravioleta na Indução de Resistência em Células Vegetais

Em sua forma natural, toda planta possui mecanismos de defesa a patógenos, que quando ativados podem ser importantes aliados no manejo de doenças (MAZARO *et al.*, 2008). Durante o processo evolutivo das plantas, a atuação da seleção natural, das mutações herdadas e das mudanças evolutivas contribuíram na adaptação e resistência das plantas, tornando-as capazes de coexistir e interagir com outros organismos. Todavia, as interações conhecidas como prejudiciais (herbivoria, patógenos, parasitismo, etc.) foram as mais desafiadoras durante esse processo (TAIZ; ZEIGER, 2017).

As respostas de defesa das plantas às agressões de doenças/patógenos, são ativadas pela interação de uma molécula elicitora ou indutora e as proteínas da membrana da célula vegetal. Essas respostas estão associadas à reações bioquímicas e fisiológicas que promovem a defesa vegetal, sendo denominada de indução de resistência (DIAS; RANGEL, 2007).

Os mecanismos de defesa podem ser ativados nas plantas pelo tratamento com agentes bióticos (proteínas, lipídios, oligossacarídeos e antibióticos de origem biológica, entre outros) ou abióticos (como metais pesados e compostos sintéticos), de natureza inorgânica ou orgânica (KEEN; YOSHIKAWA, 1983; YAMAGUCHI *et al.*, 2000). As moléculas que são responsáveis por ativar respostas de defesas nas plantas são chamadas de elicitores, eliciadores ou indutores, os quais induzem as respostas de defesa quando se ligam a receptores da membrana plasmática da parede celular da célula vegetal (GRAHAM, 1995; STICHER *et al.*, 1997).

Os eliciadores estão localizados na parede celular de agentes patogênicos, sendo que as PR proteínas (quitinase e β -1,3-glucanase), hidrolisam esses polissacarídeos em oligossacarídeos eliciadores (KEEN; YOSHIKAWA, 1983; YAMAGUCHI *et al.*, 2000). Os eliciadores podem induzir a Resistência Local Adquirida (RLA) - ocorre em células infectadas, a Resistência Sistêmica Adquirida (RSA) - ocorre em toda a planta, ou ainda a Resistência Sistêmica Induzida (RSI) - alterações no sistema metabólico não limitado a células infectadas (TERRY; JOYCE, 2004).

A RSA das plantas envolve a ativação do sistema de defesa pelo ataque de agentes patogênicos. Quando isso ocorre, as barreiras estruturais envolvem a formação de papilas e o fortalecimento da parede celular, enquanto as barreiras bioquímicas relacionam-se com a resposta de hipersensibilidade (geração de espécies reativas ao oxigênio - ROS), produção de fitoalexinas e produção de proteínas relacionadas à patogenicidade (PR) (WARD *et al.*, 1991; VAN LOON; VAN STRIEN, 1999).

As principais PR proteínas que degradam os polissacarídeos da parede celular de patógenos como os fungos, incluem as β -1,3-glucanases e as quitinases (LINTHORST; VAN LOON, 1991; STINTZI *et al.*, 1993; MURALI *et al.*, 2013). Dentre as enzimas que atuam na ativação da indução de resistência à patógenos, estão a fenilalanina amônia-liase (FAL), a qual atua na rota dos fenilpropanóides na síntese de compostos fenólicos, como as fitoalexinas e a síntese de lignina. Ainda, a β -1,3 glucanase e a quitinase, enzimas hidrolíticas que atuam na degradação da parede celular do patógeno, dificultando ou impedindo sua ação patogênica, bem como estão diretamente relacionadas à ativação da RSA (DURRAN; DONG, 2004; LABANCA, 2002).

Através da RSA ocorrem os mecanismos de modificações de parede celular, produção de fitoalexinas e concomitantemente, aumento de expressão de genes (WARD *et al.*, 1991), incluindo aqueles que expressam as PR proteínas (VAN LOON; VAN STRIEN, 1999). A RSA pode ser conceituada como um mecanismo de defesa induzido ou provocado pela infecção de patógenos, que confere proteção à planta a inúmeros microrganismos (DURRANT; DONG, 2004).

A ativação dos mecanismos de indução de resistência pode ocorrer através de medidas de controle físico, assim como citado anteriormente, pela utilização de radiação UV. O uso de radiação eletromagnética pode se mostrar eficaz no controle de patógenos em sementes, pois uma vez absorvida induz reações nas bases do DNA, ocasionando lesões (fotoprodutos) e promovendo o bloqueio físico dos mecanismos de replicação e transcrição (MACHADO, 2000; SANTOS *et al.*, 2016). Nos primeiros relatos de utilização de UV-C, Stevens (1998) observou redução da incidência de podridões durante o armazenamento de cebolas e batatas. Logo após, o mesmo autor observou através da utilização de UV-C, a indução de resistência em alguns frutos, como uvas, citros, maçãs, pêssegos e pimentões. Confirmou-se então

que a ação da UV-C se deu pelo efeito germicida e/ou à indução de resistência a patógenos (STEVENS, 1998).

Os autores Barka *et al.* (2000), Coutinho *et al.* (2003), Pan *et al.* (2004), Vicente *et al.* (2005) testaram e recomendaram a aplicação do raio UV-C no controle de doenças de pós-colheita em frutas, também usado para redução dos danos ocasionados pelo frio e retardo do amadurecimento destas.

Coutinho *et al.* (2003) e Marquenie *et al.* (2002) obtiveram ótimos resultados no controle de microrganismos em pêsego e de podridões causadas por *Botrytis cinerea* confirmando o efeito desinfetante da radiação ultravioleta do tipo C.

Em sementes de soja, Barbosa (2015), observou sensibilidade à exposição por sete horas em radiação UV-C, evidenciando perdas qualitativas e fisiológicas nas mesmas. A germinação obtida foi de 60% em sementes não expostas à UV-C, e 5% para as expostas. Dreschel (2006) e Torres (1991) já haviam observado diminuição do número de plantas normais, e sugeriram que a radiação UV-C pode ser afetada pela umidade das sementes e a cultivar analisada.

Em batatas sementes irradiadas com UV-C, Barbosa (2015) não observou redução da incidência e diâmetro das lesões do *Fusarium solani*. Todavia, ao contrário do observado em sementes de soja, a radiação não afetou a qualidade fisiológica e qualitativa das batatas sementes.

Em estudo realizado por Linke Junior (2014) o autor não observou diferença estatística entre sementes de soja tratadas ou não com radiação UV-C por 30 minutos, sobre a incidência de *Aspergillus flavus*. Resultado análogo foi obtido no estudo de Tomazi *et al.* (2019), em que os autores não observaram eficiência na utilização de radiação UV-C durante um, três e cinco minutos no controle de *Aspergillus* spp. e *Fusarium* spp. em sementes de feijão.

Assim, investigou-se a aplicação da radiação UV-C para eliminar propágulos dos fungos *Fusarium tucumaniae* e *Aspergillus* spp em sementes de soja, a sua capacidade de ativar rotas metabólicas de defesas nas plântulas recém germinadas, medindo este efeito sobre a qualidade fisiológica.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do Experimento

O presente estudo foi realizado no Laboratório Didático de Análise de Sementes e no Laboratório de Bioquímica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos.

3.2 Caracterização Do Material Experimental

Durante o experimento foram utilizados dois lotes de sementes certificadas da cultivar de soja BMX ZEUS 55157RSF, a qual tem sido a mais utilizada na região. Para caracterização inicial dos lotes foram determinados o peso de mil sementes, teor de água, germinação contagem final e danos mecânicos.

3.2.1 Peso de Mil Sementes (PMS)

O peso de mil sementes foi obtido através da pesagem de oito repetições contendo 100 sementes cada, conforme metodologia descrita nas Regras de Análises de Sementes - RAS (BRASIL, 2009). Cada repetição foi pesada em balança de precisão, sendo o resultado expresso em gramas.

3.2.2 Teor de Água das Sementes

O teor de água, também determinado conforme especificações nas RAS, pelo método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas. Para tal, foram utilizadas duas amostras de trabalho com 4,5 gramas de sementes, retiradas independentemente da amostra média de trabalho (BRASIL, 2009). O resultado foi expresso em percentagem de base úmida.

3.2.3 Germinação

O teste de germinação foi conduzido mediante metodologia adaptada das RAS (BRASIL, 2009). Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes semeadas

em substrato rolo de papel para germinação, umedecidos com água destilada em quantidade equivalente 2,5 vezes a sua massa. As sementes foram distribuídas uniformemente sob o substrato, que em seguida foi enrolado, formando rolos de papel.

Estes, após serem acondicionados em sacos plásticos, foram levados para uma câmara germinadora modelo Mangelsdorf, previamente regulada a 25 °C, em condição de luz. Aos oito dias após a semeadura, avaliou-se a porcentagem de germinação para ambos os lotes. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

3.2.4 Danos Mecânicos

A avaliação foi realizada de acordo com metodologia proposta por Krzyzanowski, França-Neto e Costa (2004). Dessa forma, utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes por tratamento, as quais foram imersas durante 10 minutos em solução de hipoclorito de sódio em uma concentração de 5% em água destilada. Após esse período, eliminou-se o excesso da solução, determinando-se o número de sementes intumescidas (danificadas). O resultado médio das quatro repetições, foi expresso em porcentagem.

3.2.5 Sanidade de Sementes

O teste de sanidade foi conduzido mediante adaptação da metodologia constante nas RAS (BRASIL, 2009). Foram utilizadas 100 sementes de cada lote, divididas em quatro repetições de 25. As sementes foram acondicionadas sobre duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas 2,5 vezes a sua massa com água destiladas em uma caixa de polipropileno do tipo gerbox. Após tampadas, as caixas foram levadas para câmaras do tipo BOD (*Biological Demand of Oxygen*) reguladas na temperatura de 25 °C +/- 1 °C, em regime de fotoperíodo de 12 horas com luz fluorescente branca, pelo período de sete dias.

Após o período de incubação, as sementes foram analisadas individualmente para identificação dos fungos presentes, com auxílio de estereomicroscópio com resolução de 30-80x (BARNET; HUNTER, 1998). Os resultados foram expressos em porcentagem.

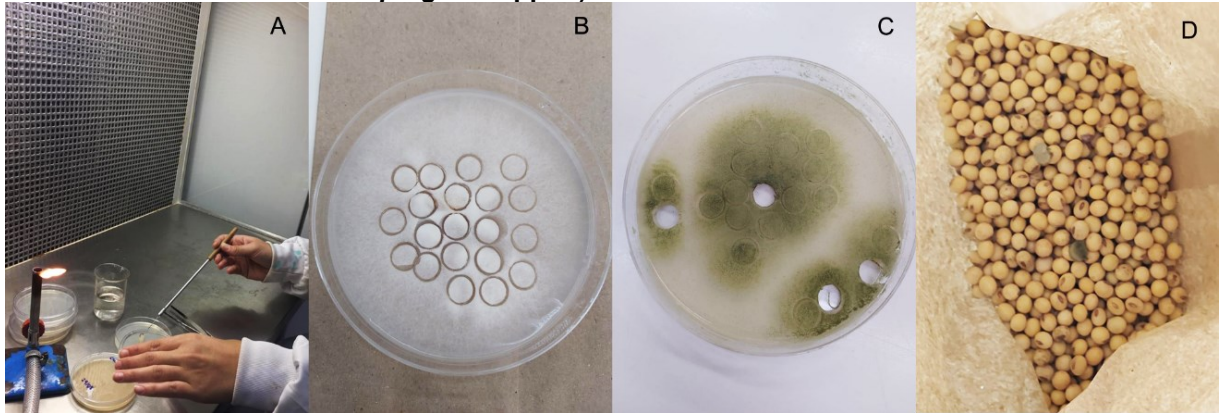
3.3 Condução Experimental

O ensaio foi arranjado em um modelo trifatorial 2 x 5 x 2 (fungos x tempos de exposição x lotes), com quatro repetições. Foram utilizados dois fungos (*Fusarium tucumaniae* e *Aspergillus* spp.), cinco tempos de exposição à radiação UVC (0, 10, 20, 30 e 40 minutos) e dois lotes de sementes (Lote A e Lote B).

3.4 Inoculação de Sementes com *Aspergillus* spp. e *Fusarium tucumaniae*

As sementes usadas para o experimento, após a sua caracterização inicial foram devidamente inoculadas com os fungos, a fim de garantir que estivessem contaminadas por ocasião da exposição à radiação UVC. Para a inoculação de *Aspergillus* spp. o fungo foi isolado a partir de uma semente infectada. Para a multiplicação, a semente foi alocada em câmara úmida do tipo caixa de polipropileno contendo papel substrado umedecido, onde permaneceu por sete dias. Após a multiplicação, o fungo foi isolado em meio de cultura do tipo batata dextrose ágar (BDA). Após o crescimento da colônia em meio de cultura, essas foram repicadas até atingir pureza necessária. Logo, foram retirados cinco discos de micélio os quais foram alocados em sacos de papel contendo sementes de soja, onde permaneceram por 48 horas (Fotografia 1).

Fotografia 1 - Inoculação de *Aspergillus* spp. e *Fusarium tucumaniae* em sementes de soja da cultivar BMX ZEUS 55157RSF IPRO. A) Inoculação de fungos em meio de cultura. B) Discos de meio de cultura contendo *Fusarium tucumaniae*. C) Discos de meio de cultura contendo *Aspergillus* spp. E) Sementes inoculadas.



Fonte: Autoria própria (2021)

Para inoculação de *Fusarium tucumaniae* utilizou-se cepa proveniente da EMBRAPA (CMES 25 – Ponta Grossa, PR de 17/03/2000). A multiplicação e inoculação nas sementes ocorreu da mesma forma utilizada para *Aspergillus* spp.

3.5 Procedimento Para Exposição Das Sementes À Radiação Ultravioleta

Após a inoculação dos fungos, as sementes foram expostas à luz UV-C, durante 10, 20, 30 e 40 minutos. Para esse procedimento utilizou-se equipamento adaptado com duas lâmpadas de 8 watts cada (Fotografia 2). As sementes foram alocadas em bandeja envolta com papel alumínio.

Fotografia 2 - Equipamento microondas adaptado para exposição das sementes de soja com luz UV-C. A) Externo. B) Interno.



Fonte: Autoria própria (2021)

3.6 Variáveis respostas avaliadas

3.6.1 Desempenho das Sementes

Foram avaliadas as variáveis: emergência em campo (EC), índice de velocidade de emergência (IVE), velocidade de emergência (VE), germinação (1° contagem), germinação (2° contagem) de plântulas normais (PN) e anormais (PA), comprimento de plântula (comprimento de parte aérea (CPA) e comprimento de raiz (CR)), massa seca (MS), envelhecimento acelerado (EA) e sanidade de sementes.

3.6.1.1 Emergência em Campo (EC)

Realizou-se a semeadura manual em canteiros com solo, de quatro repetições de 100 sementes para cada tratamento. As sementes foram distribuídas em sulcos de 100 cm de comprimento, obedecendo profundidade de semeadura de 3,0 cm e espaçamento entre linhas de 50 cm.

A contagem foi realizada mediante o somatório das plântulas emergidas até o 14° dia, conforme metodologia descrita por Nakagawa (1999) (Equação 1). O resultado foi expresso em percentagem.

$$EC = \left(\frac{E_1 + E_2 + \dots + E_n}{100} \right) 100 \quad (1)$$

Onde: *E* corresponde ao número de plântulas emergidas em cada contagem.

3.6.1.2 Índice de Velocidade de Emergência (IVE)

Determinado conjuntamente com a EC. Realizou-se a contagem de plântulas emergidas diariamente, obtendo-se dados cumulativos. Dessa maneira, o número de plântulas emergidas referentes a cada contagem foi obtido subtraindo-se do valor lido com o valor referente à leitura do dia anterior. O índice de velocidade de emergência foi calculado empregando-se a Equação 2, proposta por Maguire (1962). O resultado apresentado é adimensional.

$$IVE = \left(\frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n} \right) \quad (2)$$

Onde: E corresponde ao número de plântulas emergidas observadas em cada contagem, e N ao número de dias da semeadura a cada contagem.

3.6.1.3 Velocidade de Emergência (VE)

A velocidade de emergência foi obtida, conjuntamente com a EC, usando-se a Equação 3, proposta por Edmond; Drapala (1958). O resultado foi expresso em dias.

$$VE = \frac{(N_1E_1)+(N_2E_2)+\dots+(N_nE_n)}{E_1+E_2+E_n} \quad (3)$$

Onde: E corresponde ao número de plantas emergidas observadas em cada contagem, e N ao número de dias da semeadura a cada contagem.

3.6.1.3 Germinação

O teste de germinação foi conduzido utilizando a mesma metodologia aplicada para a caracterização dos lotes segundo as RAS (BRASIL, 2009), com leituras realizadas na primeira contagem aos cinco dias e a final, aos oito dias após sua implantação. Os resultados expressos em porcentagem.

3.6.1.4 Comprimento de Plântulas (CP)

Para a obtenção do comprimento de plântulas, as sementes foram postas para germinar em condições semelhantes às do teste de germinação. Contudo, utilizaram-se quatro repetições de 20 sementes, alocadas em duas linhas retas no sentido longitudinal no terço superior do papel substrato (NAKAGAWA, 1999). Após o período

de oito dias, efetuou-se a aferição do comprimento da parte aérea e raiz primária das plântulas normais, com auxílio de folha de papel milimetrado. Os resultados foram expressos em centímetro por planta, especificamente para parte aérea e raiz.

3.6.1.5 Massa Seca (MS)

Após as aferições de comprimento de parte aérea de plântula e comprimento de raiz, as plântulas normais de cada repetição (descartando-se os cotilédones) foram acondicionadas em sacos de papel pardo previamente identificados. Em seguida, foram levados para estufa com circulação de ar forçada, em temperatura de 80 °C durante 24 horas (NAKAGAWA, 1999). Após esse período e resfriamento do material em câmara de sílica (dessecador), as repetições foram pesadas em balança de precisão. Os valores obtidos foram divididos pelo número de plântulas normais de cada repetição, obtendo-se a massa seca média por plântula, expressa em miligramas.

3.6.1.6 Envelhecimento Acelerado (EA)

Para o teste de envelhecimento acelerado foram utilizadas 200 sementes, as quais foram dispostas sobre tela adaptada em caixas de polipropileno contendo 40 mL de água. As sementes foram acondicionadas a 41 °C em câmara do tipo BOD, pelo período de 48 horas (KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO; VIEIRA, 1999). Decorridas 48 horas, as sementes foram submetidas ao teste de germinação e avaliadas segundo as RAS (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em percentagem.

3.6.1.7 Sanidade

Para o teste de sanidade utilizaram-se 400 sementes para cada tratamento, divididas em 16 repetições de 25 sementes. Cada repetição foi composta por uma caixa tipo gerbox, na qual foram dispostas as 25 sementes individualmente sobre duas folhas de papel mata-borrão umedecido com 2,5 vezes o seu peso em água destilada. Após o período de incubação, as sementes foram analisadas individualmente para identificação dos fungos presentes, com auxílio de estereomicroscópio com resolução

de 30-80x (BARNET; HUNTER,1998). Os resultados foram expressos em percentagem.

3.7 Análises Bioquímicas

As análises bioquímicas foram realizadas com intuito de identificação de quais vias metabólicas foram ativadas, em relação aos fatores analisados.

3.7.1 Obtenção dos Cotilédones

Para as análises bioquímicas foram utilizadas amostras de cotilédones, pesadas em balança de precisão e embaladas em papel alumínio. As amostras foram alocadas em freezer (-17 °C), onde permaneceram até o momento da execução das análises.

3.7.2 Determinação das Atividades Enzimáticas: quitinase e β -1,3-glucanase

Para dosagem das atividades de quitinase e β -1,3-glucanase utilizou-se metodologia adaptada de Wirth e Wolf (1992). As amostras foram maceradas em almofariz com 2,0 mL de tampão acetato 100 mM (pH 5,0). Em seguida, essas foram alocadas em tubo eppendorf e centrifugadas a 20.000 rpm durante 25 minutos a -4 °C. O sobrenadante foi coletado e utilizado para a avaliação da atividade das enzimas. A atividade enzimática da quitinase foi avaliada através da liberação de oligômeros solúveis de “chitin-azure”, a partir de quitina carboximetilada marcada com remazol brilhante violeta 5R-RBV (Sigma Aldrich®). Para determinação espectrofotométrica das atividades de β -1,3-glucanase, utilizou-se como substrato curdlan-remazol azul brilhante (Sigma Aldrich® 4 mg.mL⁻¹). Os resultados para quitinases foram expressos em unidade enzimática.min⁻¹.g de tecido fresco⁻¹ e para β -1,3-glucanase em unidade enzimática.min⁻¹.mg de proteína⁻¹.

3.7.3 Determinação de Proteínas Totais

Para a determinação de proteínas totais, foi empregado o método de Bradford (1976). As amostras de 0,5 g de material vegetal foram maceradas em almofariz com

5 mL de tampão fosfato 0,2 M (pH 7,5) e acondicionadas em tubos eppendorf. Em seguida, o material foi centrifugado durante 10 minutos à 12.000 rpm na temperatura de 4 °C. Foram transferidos 40 µL do extrato sobrenadante para tubos de ensaio, nos quais foram adicionados 460 µL de água destilada e 1 mL do reagente Bio-Rad (Sigma®).

Os tubos foram agitados em vórtex e a leitura foi realizada em espectrofotômetro à 595 nm após calibração com “branco/testemunha”, para obtenção do valor da absorbância das amostras. A partir da curva padrão de proteína obtida de uma solução de soro de albumina bovina (BSA), calculou-se o valor da absorbância de cada amostra. Os resultados foram expressos em mg.g de tecido⁻¹.

3.7.4 Determinação de Fenóis Totais

A quantificação dos fenóis totais foi realizada em duas etapas, seguindo o método adaptado de Bielecki; Turner (1966). A primeira etapa compreendeu o preparo do extrato e a extração dos fenóis totais. A segunda etapa compreendeu a determinação de fenóis totais pelo método adaptado de Jennings (1991).

Inicialmente, para cada amostra de 0,5 g de material vegetal fora adicionado 5 mL da solução MCA (metanol, clorofórmio, água – 6:2,5:1,5 mL), a qual foi acerada em almofariz. Em seguida fora transferida para eppendorf e centrifugada a 6.000 rpm em temperatura de 20 °C por 20 minutos. Após a centrifugação retirou-se o sobrenadante total.

A partir do resíduo sólido restante, realizou-se nova extração. Para tal, fora adicionado 4 mL de MCA ao eppendorf o qual foi agitado em vórtex e centrifugado novamente a 6.000 rpm em temperatura de 20 °C por 20 minutos. Logo em seguida, coletou-se o sobrenadante, o qual foi adicionado ao primeiro sobrenadante obtido, obtendo-se assim o extrato MCA. Ao extrato MCA adicionou-se 1 mL de clorofórmio e 1,5 mL de água, e em seguida fora centrifugado a 6.000 rpm em temperatura de 20 °C por 15 minutos.

Após centrifugação retirou-se 0,5 mL da parte superior do sobrenadante, ao qual fora adicionado 0,5 mL de água, e 0,5 mL do reagente Folin Ciocalteau diluído na proporção 1:10. Em seguida agitou-se em vórtex e após 15 minutos adicionou-se 5 mL do reagente alcalino A (carbonato de sódio 2% em solução de hidróxido de sódio

0,1 N), retornando para o vórtex. Após 50 minutos fora realizada a leitura em espectrofotômetro a 760 nm. Os resultados foram expressos em $\text{mg.g de tecido}^{-1}$.

3.7.5 Determinação da Atividade Enzimática de Fenilalanina Amônia-liase (FAL)

A determinação da atividade da fenilalanina amônia-liase (FAL) foi realizada através da quantificação colorimétrica do ácido trans-cinâmico liberado do substrato fenilalanina (RODRIGUES; BEZERRA NETO; COELHO, 2006). Para tal, utilizou-se 0,5 g do material vegetal e 5,0 mL do tampão TRIS – HCL pH 8,0, macerado em almofariz previamente gelado e acondicionado em banho de gelo.

O extrato obtido foi acondicionado em tubos eppendorf e centrifugado por 10 minutos, a 4°C a 6000 rpm. Após, foi transferida uma alíquota de 200 μL para tubo de ensaio, acrescentando-se mais 3,0 mL do tampão de extração. A solução foi agitada em vórtex, obtendo-se assim, o extrato enzimático.

Do extrato enzimático obtido, 1,5 mL foi transferido para outro tubo de ensaio, no qual fora adicionado 1,0 mL do tampão de extração e 0,5 mL de fenilalanina. Novamente, esta solução foi agitada em vórtex para homogeneização. Logo após, os tubos foram incubados em banho-maria por 45 minutos a 40 °C.

Após o período de incubação em banho-maria, os tubos foram colocados em banho de gelo por 5 minutos, com intuito de interromper a reação, para realização da leitura em espectrofotômetro a 290 nm. Os resultados foram expressos em unidade de absorbância. $\text{min}^{-1}.\text{mg de proteína}^{-1}$.

3.8 Análise Estatística dos Dados

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento. Para realização das análises utilizou-se os programas estatísticos Rbio (BHERING, 2017) e Action Stat (ESTATCAMP, 2014). Após a compilação dos resultados, os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Lilliefors e ao teste de Bartlett para verificação da homogeneidade da variância. As médias das variáveis que não atenderam os pressupostos da análise de variância foram transformadas por Box-Cox. Quando não atendidas as pressuposições mesmo após transformação dos dados, procedeu-se análise não-paramétrica.

Atendidas as pressuposições do modelo, procedeu-se a análise de variância ($p=0,05$), para verificação do nível de significância dos fatores testados e suas interações. Para o fator quantitativo procedeu-se análise de regressão e para os fatores qualitativos, teste de médias de Tukey à 5% de probabilidade do erro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISES DE SEMENTES

Para caracterização dos lotes obteve-se dados referentes ao peso de mil sementes, teor de água, germinação e danos mecânicos, os quais estão expressos na Tabela 1.

Tabela 1 - Peso de mil sementes (g), teor de água (%), germinação (%) e danos mecânicos (%) dos dois lotes sementes de soja, cultivar BMX ZEUS 55157RSF IPRO, usados no ensaio.

Caracterização	Lote A	Lote B
Peso de Mil Sementes (g)	228,00	211,80
Teor de Água (%)	10,74	8,80
Germinação (%)	92	56
Danos Mecânicos (%)	3%	11%

Fonte: Aatoria própria (2021)

Numericamente o peso de mil sementes, bem como o teor de água e a germinação foram superiores para o Lote B. Contudo, os danos mecânicos foram 8 pontos percentuais inferiores para esse mesmo lote.

Também inicialmente, identificou-se a presença de fungos junto das sementes, em ambos os lotes avaliados. Observou-se presença de *Fusarium* spp. em apenas 1% das sementes do Lote B. Já a presença de *Aspergillus* spp. foi observada em ambos os lotes (Tabela 2).

Tabela 2 - Sanidade em sementes de soja, de dois lotes da cultivar BMX ZEUS 55157RSF IPRO antes da inoculação.

Caracterização	Lote A	Lote B
<i>Aspergillus</i> spp.	100%	100%
<i>Fusarium</i> spp.	Ausente	1%

Fonte: Aatoria própria (2021)

As variáveis emergência em campo, índice de velocidade de emergência, 1ª contagem de germinação, germinação final, envelhecimento acelerado e sanidade de sementes não atenderam os pressupostos da análise de variância mesmo após transformação dos dados. Dessa forma, procedeu-se a análise não paramétrica. Através da análise não-paramétrica foi possível constatar homogeneidade entre os tratamentos, ou seja, não foram significativos sobre essas variáveis ($p > 0,05$), conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3 - P-valor para variáveis não-paramétricas (Teste de Kruskal-Wallis).

Variável	p-valor
Emergência	0,1125
Índice de Velocidade de Emergência	0,4385
Germinação (primeira contagem)	0,0612
Germinação (última contagem)	0,0971
Envelhecimento Acelerado	0,3536
Sanidade	0,0832

Fonte: Autoria própria (2021)

As variáveis resposta velocidade de emergência, comprimento de parte aérea, comprimento de raiz e massa seca de plântula, apresentaram comportamento paramétrico, sendo submetidas à análise de variância (Tabela 4). Foi possível constatar em nível de 5% de probabilidade de erro, interação estatística significativa entre os fatores lotes e tempos de radiação (A x B) para as variáveis comprimento de parte aérea, comprimento de raiz e massa seca de plântula. Analisando-se os fatores isoladamente, o fator B (tempos de radiação) foi significativo para todas as variáveis apresentadas na Tabela 4, e o fator C (fungos) para as variáveis comprimento de parte aérea, comprimento de raiz e massa seca de plântula.

Tabela 4 - Grau de liberdade (GL) e quadrados médios (QM) da análise de variância para as variáveis: velocidade de emergência, comprimento de parte aérea, comprimento de raiz e massa seca de plântula, em sementes de soja.

Fonte de Variação	GL	QM							
		Velocidade de Emergência	Comprimento de Parte Aérea	Comprimento de Raiz	Massa Seca de Plântula				
Lote (A)	1	4,2372	ns	45,10	*	9,4	*	0,4248	*
Tempo de Radiação (B)	4	5,8924	*	20,86	*	31,6	*	0,1871	*
Fungo (C)	2	0,0108	ns	38,58	*	364,9	*	0,0585	*
A x B	4	0,1331	ns	18,90	*	30,3	*	0,1178	*
A x C	2	0,0663	ns	4,22	ns	4,8	ns	0,0445	ns
B x C	8	0,9404	ns	10,50	ns	10,0	ns	0,2853	ns
A x B x C	8	0,0580	ns	21,98	ns	15,2	ns	0,1850	ns
Erro	66	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	95	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	-	8,6 dias		10,20 cm		12,84 cm		0,54 g	
CV (%)	-	1,57		25,51		30,02		25,07	

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F ($p < 0,05$).

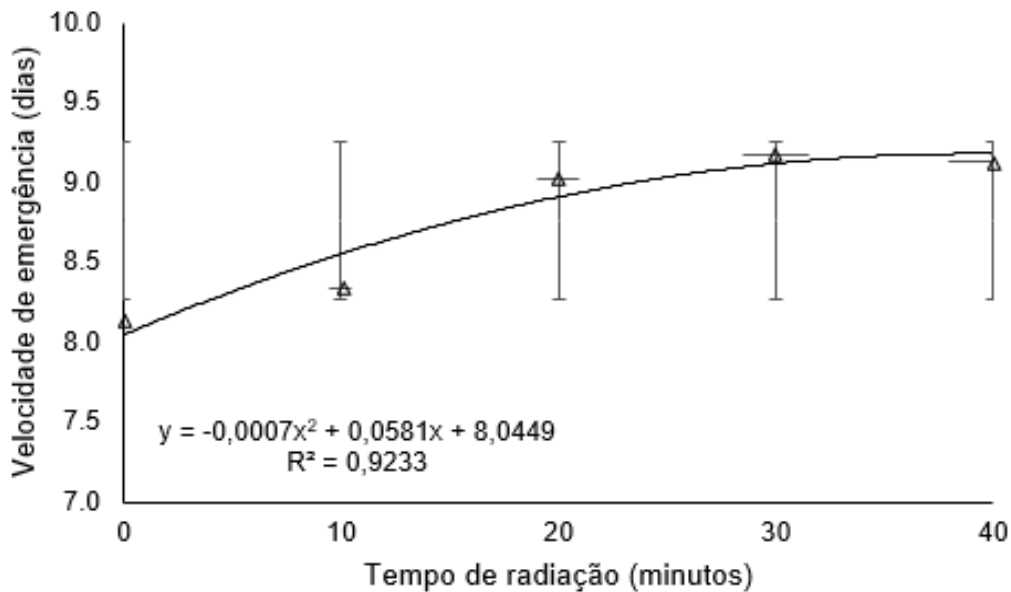
ns não significativo.

Fonte: Autoria própria (2021)

O Gráfico 1 mostra a análise de regressão, onde é possível verificar que o aumento da exposição das sementes à radiação ultravioleta, proporcionou aumento no número de dias para emergência das plântulas. As sementes não expostas a tal

condição apresentaram menor período para emergir, o que demonstra efeito negativo do uso da radiação ultravioleta sobre as sementes de soja para tais variáveis. Observou-se que as sementes não expostas à radiação ultravioleta levaram oito dias para emergir, e as expostas até nove dias.

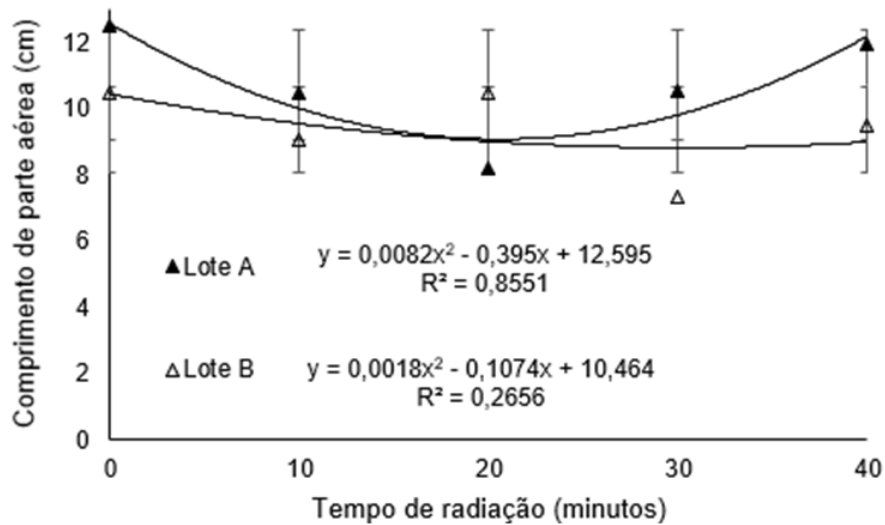
Gráfico 1 - Velocidade de emergência em função do tempo de radiação em sementes de soja.



Fonte: Autoria própria (2021)

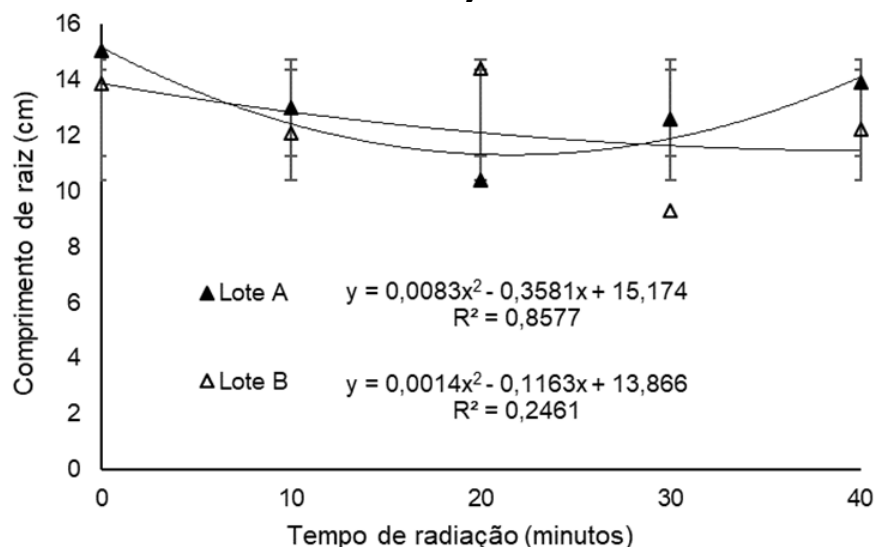
O comprimento da parte aérea bem como de raiz para o Lote A, foi maior para sementes sem exposição à radiação ultravioleta e expostas por 40 minutos e inferior quando expostas de 10 a 30 minutos em radiação ultravioleta. Para o Lote B, houve maior variação dentro do período analisado, porém, mostrou a mesma tendência do Lote A, através da análise de regressão, apresentando resultados superiores para as sementes expostas por 20 minutos à radiação ultravioleta. De maneira geral, observou-se que as médias permaneceram abaixo ou próximas ao controle (sem exposição à radiação) (Gráficos 2 e 3).

Gráfico 2 - Comprimento de parte aérea em função do lote e do tempo de radiação em sementes de soja.



Fonte: Autoria própria (2021)

Gráfico 3 - Comprimento de raiz em função do lote e do tempo de radiação em sementes de soja.



Fonte: Autoria própria (2021)

O comprimento de parte aérea não diferiu na presença dos fungos inoculados quando comparado à testemunha, todavia, foi menor quando inoculado *Aspergillus* spp. Para o comprimento de raiz e massa seca de plântula, maiores resultados foram observados quando na ausência de fungos, porém, não diferindo quando ocorreu inoculação de *Fusarium tucumaniae*, o que não afetou negativamente essa variável. Ainda para essas variáveis, observou-se menor massa seca quando as sementes foram inoculadas com *Aspergillus* spp. (Tabela 5).

Tabela 5 - Comprimento de parte aérea, raiz e massa seca em função do tipo de fungo inoculado em sementes de soja.

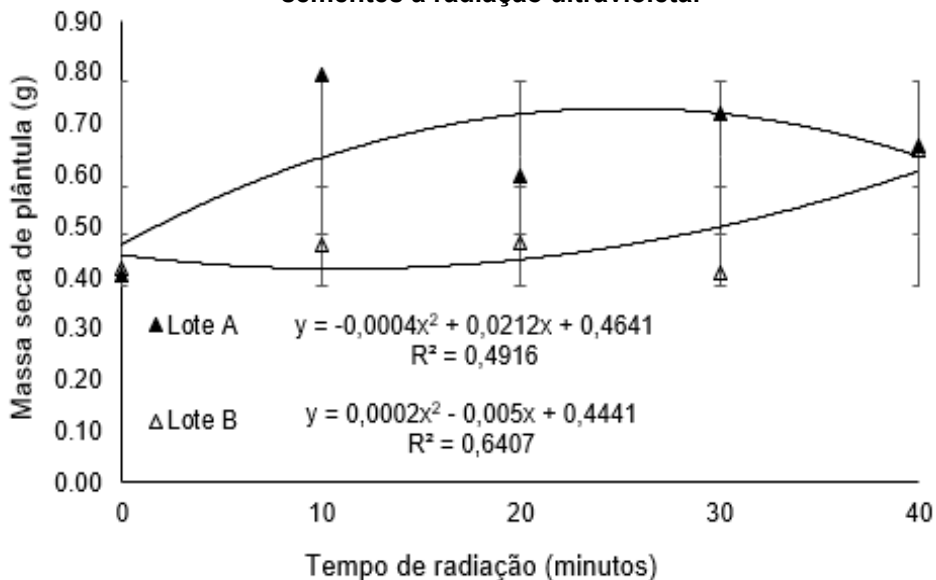
Fungo	Comprimento de parte aérea (cm)		Comprimento de raiz (cm)		de Massa seca de plântula (g)	
Testemunha	11,14	a	15,95	a	0,6033	a
<i>Aspergillus</i> spp.	9,12	ab	9,57	b	0,4319	b
<i>Fusarium tucumaniae</i>	11,10	a	15,50	a	0,5949	a

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Autoria própria (2021)

Ainda para a variável massa seca de plântula, em que os lotes e tempo de exposição das sementes à radiação, apresentaram interação (Gráfico 4), observou-se resultados superiores para as plântulas provenientes do Lote A e expostas à radiação ultravioleta, quando comparadas a testemunha. A massa seca de plântula proveniente do Lote B apresentou pouca variação entre a testemunha e as sementes expostas à radiação ultravioleta por até 30 minutos. Já as sementes expostas por 40 minutos apresentaram maior massa seca de plântula quando comparadas aos demais períodos de exposição, igualando-se ao obtido com o Lote A.

Gráfico 4 - Massa seca de plântula em função dos lotes e do tempo de exposição das sementes à radiação ultravioleta.



Fonte: Autoria própria (2021)

4.1.1 Discussão: Análise de Sementes

Em relação a caracterização dos lotes, nota-se incidência de *Fusarium* spp., indicando de fato condição adquirida no campo de produção, pois se trata de um fungo que ataca a planta de soja e pode ser transmitido via sementes (BALARDIN *et al.*, 2005). Já o fungo *Aspergillus* spp., conhecido também como fungo de armazenamento (LAZZARI, 1997), apresentou alta incidência em ambos os lotes, mesmo antes da inoculação. Esse fungo, pode infectar as sementes de soja ainda no campo de produção, mas é durante o armazenamento que encontra condições ótimas de sobrevivência. Ainda, o fungo *Aspergillus* spp., costuma afetar negativamente os resultados dos testes de germinação de sementes de soja, sendo, portanto, um problema por ocasião da análise destas, pois podem afetar diretamente a sua fisiologia (ROCHA *et al.*, 2014).

Desta maneira, a incidência de fungos nas sementes pode afetar muitos fatores envolvidos no processo de germinação e conseqüentemente no vigor delas (KOVACEC *et al.*, 2016; MANCINI; ROMANAZZI, 2014). No presente estudo, a inoculação com *Aspergillus* spp. promoveu menores ganhos de comprimento e massa seca de plântula, quando comparados a inoculação com *Fusarium tucumaniae* e a testemunha. Isso possivelmente se deve ao fato, de as sementes já possuírem antes da inoculação a presença de *Aspergillus* spp., ou seja, uma carga duplicada do fungo que pôde ter influenciado negativamente.

Em estudo realizado por Linke Junior (2014), o autor não observou diferença estatística entre sementes de soja tratadas ou não com radiação UV-C por 30 minutos, sobre a incidência de *Aspergillus flavus*. Resultado análogo foi obtido no estudo de Tomazi *et al.* (2019), em que os autores não observaram eficiência na utilização de radiação UV-C durante um, três e cinco minutos no controle de *Aspergillus* spp. e *Fusarium* spp. em sementes de feijão.

Relacionando os resultados apresentados, é primordial destacar que a radiação ultravioleta possui efeito germicida, destruindo as estruturas do fungo, ou retardando o desenvolvimento destes. A destruição se dá por meio da desnaturação proteica e desorganização da membrana plasmática, provocando o rompimento de cromossomos, mutações genéticas e inativação de enzimas e conseqüentemente a morte da célula (CARDOSO, 2007; STEVENS, 2005; TORNALETTI, 2009).

Quando adentra na célula do fungo, a radiação ultravioleta é absorvida pelos ácidos nucleicos, causando danos fotoquímicos e por consequência, interferindo na capacidade de reprodução da célula. Dessa forma, pode haver formação de dímeros de timina que irão bloquear a ação da DNA polimerase, o que irá impedir a replicação e reprodução, ocasionando a morte celular (ZAHA, 2003).

Segundo Santos *et al.* (2016) a radiação pode se mostrar eficaz no controle de patógenos em sementes, pois uma vez absorvida induz reações nas bases do DNA, ocasionando lesões (fotoprodutos) e promovendo o bloqueio físico dos mecanismos de replicação e transcrição (MACHADO, 2000; SANTOS *et al.*, 2016).

No caso de fungos, esses possuem maior resistência à radiação UV-C em relação a capacidade de reparar os danos no DNA, quando comparados aos esporos bacterianos ou células vegetativas (ADAMS; MOSS, 2008). Todavia, esse efeito pode variar entre gêneros, sendo que esporos de fungos de paredes finas com pigmentação mais clara são mais sensíveis (BEGUM *et al.*, 2009).

No presente estudo, dentre as variáveis analisadas para sementes apenas a variável massa seca de plântula foi influenciada positivamente em relação ao fator tempo de radiação ultravioleta. Segundo Camargo (2017) a radiação ultravioleta principalmente na faixa menor de que 280 nm (UV-C), utilizada no tempo ideal para cada espécie, associada ao teor de água das sementes (no caso do presente estudo, diferido pelos lotes), pode apresentar influência positiva sobre os fatores fisiológicos de sementes.

Todavia, alguns autores relatam efeitos negativos quanto a sua utilização sobre os fatores fisiológicos de sementes, além da diminuição da taxa de crescimento de planta, redução da superfície foliar, redução da absorção da luz visível, entre outros (COLLINS; KITCHINGMAN, 2010). Efeitos negativos similares quando submetidas à radiação ultravioleta foram observados em *Solanum lycopersicum* L. (BANO *et al.*, 2017), *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. (BOEGER & POULSON, 2006) e *Brassica oleraceae* L. (TOPCU *et al.*, 2015).

Em sementes de soja, Barbosa (2015) observou sensibilidade à exposição por sete horas em radiação UV-C, evidenciando perdas qualitativas e fisiológicas nas mesmas. A germinação obtida foi de 60% em sementes não expostas à UV-C, e 5% para as expostas. Dreschel (2006) e Torres (1991), já haviam observado diminuição do número de plântulas normais, e sugeriram que a radiação UV-C pode ser afetada pela umidade das sementes e a cultivar analisada.

A utilização de radiação ultravioleta já vem sendo testada à muito, todavia, apresenta resultados diversos, variando até mesmo entre cultivares. Em sementes de mostarda, ervilha, arroz e soja fora aplicada buscando eliminar microorganismos e em trigo visando tratar sementes infectadas com *Fusarium graminearum* (REDDY *et al.*, 1995; REDDY *et al.*, 1998; SPERLING; BONETTI; TRAGNAGO, 2012).

Diante dos resultados apresentados nesse estudo, recomenda-se, o desenvolvimento de novas pesquisas, em que o fator tempo de exposição das sementes seja mais bem avaliado, tendo em vista a diminuir o mesmo, tornando-o possível em vias de aplicabilidade de forma comercial.

Essa recomendação se deve pelo fato de que as sementes necessitam estar completamente expostas à radiação, ou seja, a penetração da radiação nas sementes, é superficial, sendo esse um limitante na sua utilização como um tratamento de produtos a granel, o que também já fora citado por Collins e Kitchingman (2010).

Dessa forma, o tempo e a forma de exposição (tipo de equipamento, controle de temperatura interna do equipamento utilizado, tipo de embalagem) são fatores importantes a serem analisados, com intuito de homogeneizar a incidência da radiação sobre as sementes avaliadas e diminuir o tempo de exposição. Também é importante a realização de novos testes quanto a presença de fungos, garantindo que a carga de inóculos depositada sobre as sementes não seja duplicada, promovendo possivelmente resultados falso-positivos.

4.2 ANÁLISES BIOQUÍMICAS

Através da análise de variância foi possível constatar em nível de 5% de probabilidade de erro, que para a variável teor de fenóis apenas o fator fungo apresentou significância. Para atividade de FAL houve interação significativa entre os fatores lote e tempo de radiação. Já para a variável quitinase, não houve significância dos fatores analisados (Tabela 6).

Tabela 6 - Graus de liberdade (GL) e quadrados médios (QM) da análise de variância para as variáveis: fenóis totais, quitinase e FAL em sementes de soja.

Fonte de Variação	GL	QM		
		Fenóis Totais	Quitinase	FAL
Lote (A)	1	0,0010 ^{ns}	1,2774 ^{ns}	0,0048 ^{ns}

Tabela 6 - Graus de liberdade (GL) e quadrados médios (QM) da análise de variância para as variáveis: fenóis totais, quitinase e FAL em sementes de soja.

(continua)

Fonte de Variação	GL	QM					
		Fenóis Totais		Quitinase		FAL	
Tempo de Radiação (B)	4	0,0042	ns	0,0887	ns	0,0009	ns
Fungo (C)	2	0,0102	*	0,0414	ns	0,0002	ns
A x B	4	0,0005	ns	0,3306	ns	0,0025	*
A x C	2	0,0008	ns	0,0719	ns	0,0005	ns
B x C	8	0,0005	ns	0,2164	ns	0,0008	ns
A x B x C	8	0,0010	ns	0,0972	ns	0,0000	ns
Erro	66	-	-	-	-	-	-
Total	95	-	-	-	-	-	-
Média (mg.g de tecido ⁻¹)		0,6459		0,0957		0,0743	
CV (%)		6,02		19,49		15,11	

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F ($p < 0,05$).

ns não significativo.

Fonte: Autoria própria (2021)

Para a variável proteína procedeu-se a análise não paramétrica, constatando-se homogeneidade entre os tratamentos ($p > 0,05$). Ainda, apesar do desenvolvimento da metodologia, não foi observado a expressão de β -1,3-glucanase, possivelmente pelo fato de não ser essa a via metabólica preferencial de defesa que foi ativada na plântula.

Observou-se maior teor de fenóis quando as sementes foram inoculadas com *Aspergillus* spp. quando comparadas à testemunha, porém, não diferindo-se estatisticamente de quando inoculadas com *Fusarium tucumaniae*. Todavia, a inoculação com *Fusarium tucumaniae* também não diferiu estatisticamente da testemunha (Tabela 7).

Tabela 7 - Fenóis totais em função do tipo de fungo inoculado em sementes de soja.

Fungo	Fenóis Totais (mg.g de tecido ⁻¹)	
Testemunha	0,6125	b
<i>Aspergillus</i> spp.	0,6636	a
<i>Fusarium tucumaniae</i>	0,6350	ab

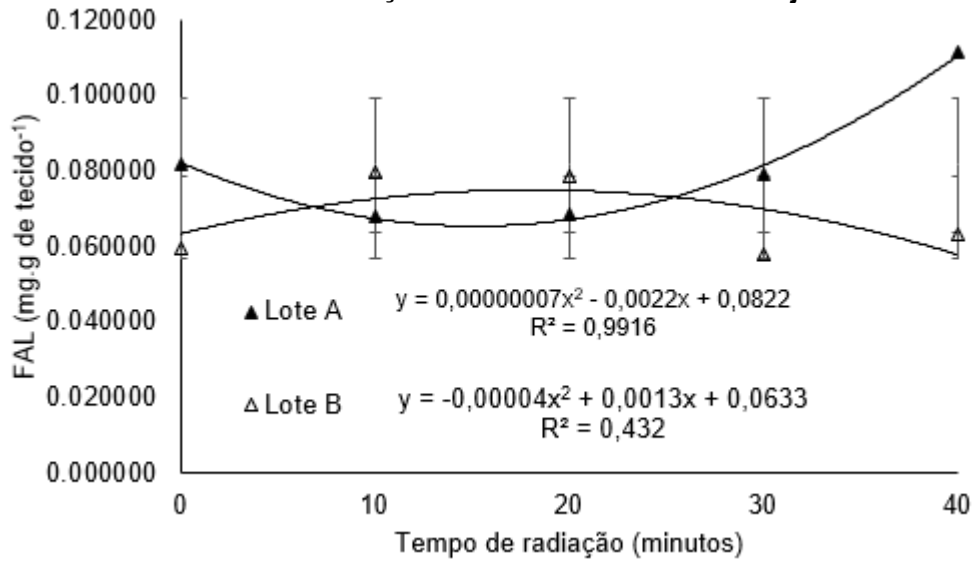
*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Autoria própria (2021)

Com relação ao fator tempo de radiação, observou-se aumento da atividade

enzimática de FAL para o Lote A apenas aos 40 minutos de exposição das sementes de soja à radiação ultravioleta, enquanto para o Lote B, a atividade enzimática de FAL foi superior quando as sementes foram expostas por 10 e 20 minutos, mostrando uma tendência de queda (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Atividade enzimática de Fenilalanina Amônia-liase (FAL) em função do tempo de radiação e do lote de sementes de soja.



Fonte: Autoria própria (2021)

4.2.1 Discussão: Análises Bioquímicas

No presente estudo não foi observada interação entre os fatores fungo, tempo de exposição das sementes à radiação ultravioleta e lotes. Entretanto, Stevens (2005) afirma que esta radiação, ativa mecanismos de indução de resistência em plantas. Através da indução de resistência, ativa-se mecanismos de defesas, tais como a síntese de PRPs, como quitinases e β -1,3-glucanases, e de enzimas como a FAL (BONALDO; PASCHOLATI; ROMEIRO, 2005; TERRA, 2009).

Em estudo desenvolvido por Camargo (2017) com sementes de milho inoculadas com fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Fusarium*, tratadas com radiação UV-C e armazenadas por nove meses com dois teores de umidade, o autor verificou aumento do teor de compostos fenólicos livres, porém, sem diferença entre os lotes (13 e 16% de umidade).

Os compostos fenólicos estão relacionados a expressão da rota das peroxidases, que são responsáveis por diversos processos fisiológicos nas plantas.

Dentre esses ocorre a produção de lignina, que é depositada na parede celular e responsável pelo aumento da resistência ao ataque de agentes externos, formando uma barreira mecânica à penetração de fungos (STRACK, 1997; TAIZ; ZEIGER, 2017).

O aumento da atividade de compostos fenólicos pode estar relacionado, com o contato e/ou aumento na contaminação fúngica ao patógeno, em microorganismos que promovem maior extratibilidade desses compostos. O simples contato, pode induzir a planta a exibir respostas de defesa, já que compostos fenólicos são moléculas importantes produzidas e/ou liberadas para inibir a contaminação fúngica (ZIEGLER *et al.*, 2016).

Qin *et al.* (2010) obtiveram em um estudo, aumento no teor de compostos fenólicos totais de soja preta, quando as sementes foram inoculadas com *Issatchenkia orientalis*, *Bacillus sp.* e *Aspergillus sp.* Outros autores também relataram a importância dos compostos fenólicos no controle de fungos, por sua ação antioxidante e de inibição enzimática (TELLES *et al.*, 2017; PAGNUSSATT *et al.*, 2014).

Em algumas plantas, quando expostas à radiação ultravioleta ou demais estresses luminosos, podem ocorrer alterações bioquímicas, como o aumento da produção de substâncias fenólicas e conseqüentemente a proteção do aparato fotossintético e diminuição de lesões ao DNA (TOPCU *et al.*, 2015; VIDOVIĆ *et al.*, 2015; ZAVALA *et al.*, 2015).

Todavia, quando em grande quantidade pode ser danosa ao organismo (HOLLÓSY, 2002), alocando outras classes de substâncias fenólicas como resposta a esse estresse. Tal comportamento foi observado em *Linum usitatissimum* L. (Flax), aumentando o conteúdo de lignóides (ANJUM *et al.*, 2017).

No presente estudo foi possível observar aumento da atividade FAL para o Lote B, quando suas sementes foram expostas por 40 minutos à radiação ultravioleta, porém, sem interação com o fator fungo. Essa enzima pode ter sua atividade aumentada por fatores ambientais e também por ataque de patógenos (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Considerando os resultados da presente pesquisa, o aumento da FAL, pode ser explicada, possivelmente pelo aumento do tempo de exposição à radiação ultravioleta, o qual pode ter sido prejudicial. Promovendo assim, estímulo do metabolismo secundário e conseqüentemente desencadeado a transcrição do RNA mensageiro, que por sua vez codifica a FAL. Dessa forma, há aumento da atividade

da enzima, a qual estimula também a produção de compostos fenólicos, mencionados anteriormente e outras reações subsequentes como a formação de fenilpropanóides, cumarinas, flavonoides, taninos condensados e lignina (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Diante dos resultados apresentados, recomenda-se para futuros trabalhos, maior investigação dentro do fator tempo de exposição das sementes à radiação ultravioleta, fragmentando em menores períodos de avaliação, bem como a forma de inoculação dos fungos nas sementes, quando os mesmos já se encontram presentes.

5 CONCLUSÕES

Os resultados da presente pesquisa, não esgotam o assunto a que se propôs investigar. Considerando as variáveis analisadas sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja, bem como sobre a indução de resistência das mesmas, é possível inferir que a exposição à radiação ultravioleta dentro dos períodos analisados e condições testadas não foi eficaz sobre a sanitização de *Fusarium tucumaniae* e *Aspergillus spp.*, sendo necessária a realização de novos estudos, com objetivo de estabelecer protocolos que permitam sua replicabilidade.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, M. R.; MOSS, M. O. **Foodmicrobiology. The Royal Society of Chemistry.** 3. ed. Cambridge: UK. 2008. 562p.
- ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; YORINORI, J. T.; SILVA, J. F. V.; HENNING, A.A. Doenças da Soja (*Glycine max* L.). In: KIMATI, H.; AMORIN, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia: Doenças de Plantas cultivadas.** 3 ed. São Paulo: Ceres, 1997. p. 642-664.
- AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. editores. **Manual de Fitopatologia.** 4. ed. São Paulo: Ceres, 2011. 704p.
- ANJUM, S.; ABBASI, B. H.; DOUSSOT, J.; FAVRE-RÉGUILLON, A.; HANO, C. Effects of photoperiod regimes and ultraviolet-C radiations on biosynthesis of industrially important lignans and neolignans in cell cultures of *Linum usitatissimum* L. (Flax). **Journal of Photochemistry and Photobiology**, v. 167, n. 1, p. 216-227, 2017.
- ANSELME, C. L. **The Importance of Inoculum on Seeds in Relation to Other Sources.** In: NASSER, L.C.; WETZEL, M.M.; FERNANDES, J.M. (Ed). **Seed Pathology: international advance course, proceedings.** 1. ed. Brasília: ABRATES, 1987. p. 32-37.
- AOKI, T.; O'DONNELL, K.; SCANDIANI, M.M. Sudden death syndrome of soybean in South America is caused by four species of *Fusarium*: *Fusarium brasiliense* sp. nov., *F. cuneirostrum* sp. nov., *F. tucumaniae*. and *F. virguliforme*. **Mycoscience**, v. 46, n. 1, p. 162-183, 2005.
- ARANTES, B. H. T.; MARTINS, G. D.; CARVALHO, E. R.; NOGUEIRA, L. C. A. Identificação de ferrugem na soja por meio de imagens de alta resolução espacial. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 3, p. 1003-1016, 2019.
- ARRUDA, G. M. T.; MILLER, R. N. G.; FERREIRA, M. A. S. V; CAFÉ-FILHO, A. C. Morphological and molecular characterization of the sudden death syndrome pathogen of soybean in Brazil. **Plant Pathology**, v. 54, n. 1, p. 53-65, 2005.
- BAHAR, M.; SHAHAB, H. Analysis of Iranian Isolates of *Fusarium solani* using morphological, pathogenicity and microsatellite DNA marker characterization. **African Journal of Biotechnology**, v. 11, n. 1, p.74- 82. 2012.
- BALARDIN, C. R.; CELMER, A. F.; COSTA, E. C.; MENEGHETTI, R. C.; BALARDIN, R. S. Possibilidade de transmissão de *Fusarium solani* f.sp. *glycines*, agente causal da podridão vermelha da raiz da soja, através da semente. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 6, p. 574-581, 2005.
- BALBINOT JUNIOR, A. A.; HIRAKURI, M. H.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; RIBEIRO, R.H. **Análise da área, produção e produtividade da soja no Brasil em duas décadas (1997-2016).** 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 21p.

BALL, D. W. The electromagnetic spectrum: a history. **Spectroscopy**, v. 3, n. 22, p.14-17, 2007.

BANO, C.; NIMISHAAMIST, S.; SINGH, N. B. UV-B radiation escalate allelopathic effect of benzoic acid on *Solanum lycopersicum* L. **Scientia Horticulturae**, v. 220, n. 3, p. 199-205, 2017.

BARBOSA, F. D. **Desenvolvimento de um sistema de radiação pulsada com leds UVC para redução de patógenos pós-colheita e manutenção da qualidade de produtos agrícolas**. 2015. 80f. Tese (Doutorado), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

BARKA, E. A.; KALANTARI, S.; MAKHLOUF, J.; ARUL, J. Impact of UV-C irradiation on the cell wall-degrading enzymes during ripening of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) fruit. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 48, n. 3, p. 667-671, 2000.

BARNET, H. L.; HUNTER, B. B.; **Illustrated Genera of Imperfect Fungi**. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1998. 218p.

BARTINICKI, V. A.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A. Tratamento hidrotérmico e com radiação UV-C no controle pós-colheita da podridão olho-de-boi em uma linha comercial de seleção de maçãs. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 737-745, 2011.

BEGUM, M.; HOCKING, A. D.; MISKELLY, D. Inactivation of food spoilage fungi by ultra violet (UVC) irradiation. **International Journal of Food Microbiology**, v. 129, n. 1, p. 74-77, 2009.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds Physiology of Development and Germination**. 3 ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BHERING, L. L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, p. 187-190, 2017.

BIELESKI, R. L.; TURNER, N. A. Separation and estimation of amino acids in crude plant extratcts by thin-layer electrophoresis and chromatography. **Analitycal Biochemistry**, v. 17, p. 278-293, 1966.

BINTSIS, T.; LITOPOULOU-TZANETAKI, E.; ROBINSON, R. Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry – a critical review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, n. 6, p. 637-645, 2000.

BOEGER, M. R. T.; POULSON, M. Efeitos da radiação ultravioleta-B sobre a morfologia foliar de *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. (Brassicaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 2, p. 329-338, 2006.

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. (Eds.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. 1. ed. Piracicaba: FEALQ, 2005. p.11-28.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**. v. 72, n. 1, p. 248-254, 1976.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento **Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003. 2003**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumosagropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-mudas/LeiN10.711de5deagostode2003.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013. 2013**. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/59354731/dousecao-1-20-09-2013-pg-13>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. 399p.

BRUM, A. J. **Modernização da Agricultura: trigo e soja**. 1. ed. Petrópolis: Vozes, 1988. 200p.

CAMARGO, C. M. **Efeitos da radiação UV-C na qualidade nutricional e tecnológica de grãos de milho inoculados com fungos e armazenados sob diferentes umidades**. 2017. 91f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

CARDOSO, C. F. **Avaliação da esterilização de filme de polietileno com peróxido de hidrogênio e radiação ultravioleta**. 2007. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

CARVALHO, L. I. **Aspergillus e aspergilose – desafios no combate da doença**. 2013. 65f. Dissertação (Mestrado). Universidade Fernando Pessoa, Fernando Pessoa, 2013.

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

CAVALCANTI, L. S.; BRUNELLI, K. R.; STANGARLIN, J. R. **Aspectos moleculares da resistência induzida**. In: CAVALCANTI, L. S.; DI PIERO, R. M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S. F.; RESENDE, M. L. V.; ROMEIRO, R. S. (Eds.). Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos. 5. ed. Piracicaba: FEALQ, 2005. p.81-124.

COLLINS, D. A.; KITCHINGMAN, L. **The effect of ultraviolet C radiation on stored product pests**. Anais... X International Working Conference of Stored Product Protection, p. 632–636, 2010.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – safra 2020/21**. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 20 nov. 2020.

- CONCEIÇÃO, G. M.; BARBIERI, A. P. P.; LÚCIO, A. D.; MARTIN, T. N.; MERTZ, L. M.; MATTIONI, M. N.; LORENTZ, L. H. Desempenho de plântulas e produtividade de soja submetidas a diferentes tratamentos químicos nas sementes. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 6, p. 1711-1720, 2014.
- COPPO, J. C.; STANGARLIN, J. R.; MIORANZA, T. M.; COLTRO-RONCATO, S.; KUHN, O. J.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Sanidade e germinação de sementes de soja tratadas com extratos de plantas e de fungo. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 15, n. 2, p. 92-99. 2017.
- COUTINHO, E. F.; SILVA JUNIOR, J. L.; HAERTER, J. A.; NACHTIGAL, G. R.; CANTILLANO, R. F. F. Aplicação pós-colheita de luz ultravioleta (uv-c) em pêssegos cultivar Jade, armazenados em condição ambiente. **Ciência Rural**, v. 33, n. 4, p. 663-666, 2003.
- DELP, C. J.; DEKKER, J. Fungicide resistance: definitions and use of terms. **EPPO Bulletin**, v. 15, n. 3, p. 333-335, 1985.
- DIAS, G. B.; RANGEL, T. B. A. Indução de resistência em plantas: o papel do óxido nítrico. **Revista Capixaba de Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 3, p. 1-8, 2007.
- DOS SANTOS, E. L.; CATTELAN, A. J.; PRETE, C. E. C.; NEUMAIER, N.; DE OLIVEIRA, M. C. N.; FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L. Níveis de disponibilidade hídrica sobre componentes de produção e rendimento de cultivares de soja. **Global Science and technology**, v. 7, n. 3, p.1-11, 2014.
- DOS SANTOS, M. P.; VALE, L. S. R.; REGES, N. P. R.; CARVALHO, B. M. Desempenho de sementes de quatro cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na microregião de Ceres-GO. **Global Science and Technology**, v. 8, n. 3, p. 41-49, 2016.
- DURRAN, W. E.; DONG, X. Systemic Acquired Resistance. **Annual Review of Phytopathology**, v. 42, n. 1, p. 185-209, 2004.
- EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. Proc. Amer. **The Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 71, n. 1, p. 428-434, 1958.
- ELIAS, S. G.; COPELAND, L.O.; Mc DONALD, M. D.; BAALBAKI, R. Z. **Seed testing: principles & practices**. 1. ed. Michigan: Michigan State University, 2012. 354p.
- ESTATCAMP. Estatcamp - Consultoria em estatística e qualidade. **Software Action**. São Carlos - SP, Brasil. 2014.
- FERREIRA, L. P.; LEHMAN, P. S.; ALMEIDA, A. M. R. **Doenças da soja no Brasil**. 1. ed. Londrina: Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Circular Técnica. 1979. 32p.
- FRANÇA-NETO, J. B. **Características fisiológicas da semente: germinação, vigor, viabilidade, danos mecânicos tetrázólio, deterioração por umidade tetrázólio e dano por percevejo tetrázólio**. In: LORINI, I. (Ed.). Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil – safra 2014/15. 1. ed. Londrina:

Embrapa Soja, p. 31-47, 2016.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. Importância do uso de semente de soja de alta qualidade. **Informativo Abrates**, v. 20, n. 1,2, p. 37-38, 2010.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PÁDUA, G. P.; LORINI, I.; HENNING, F. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 16p.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PÁDUA, G. P. de; LORINI, I.; HENNING, F. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82 p.

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n.12, p. 1-12, 2011.

FREITAS, T. M. Q.; MENEGHETTI, R. C.; BALARDIN, R. S. Dano devido à podridão vermelha da raiz na cultura da soja. **Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p. 991-996, 2004.

GEORGHIOU, G. P. **Pest Resistance to Pesticides**. 1. ed. Boston: Springer Science & Business Media, 2012. 808p.

GOULART, A.C.P. **Fungos em sementes de soja: detecção, importância e controle**. 1. ed. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 72p.

GRAHAM, T. L. **Cellular biochemistry of phenylpropanoid responses of soybean to infection by Phytophthora sojae**. In. DANIEL, M.; PURKAYASTHA, R.P. (Ed.). Handbook of phytoalexin metabolism and activity. 1. ed. New York: Marcel Dekker, p. 85-117, 1995.

HENNING, A. A. **Patologia e Tratamento de Sementes: Noções Gerais**. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 24p.

HENNING, A. A.; ALMEIDA, A. M. R.; GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; YORINORI, J. T.; CONSTAMILAN, L. M.; FERREIRA, L. P.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M. DIAS, W. P. **Manual de identificação de doenças da soja**. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 23p.

HENNING, A. A.; ALMEIDA, Á. M. R.; GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; YORINORI, J. T.; COSTAMILAN, L. M.; DIAS, W. P. **Manual de identificação de doenças de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 33p.

HÖFS, A.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 1, p. 92-97, 2004.

HOLLÓSY, F. Effects of ultraviolet radiation on plant cells. **Micron**, v. 33, n. 2, p. 179-197, 2002.

HUANG, K.; ZOU, Y.; LUO, J.; LIU, Y. Combining UV-C treatment with biocontrol

yeast to control postharvest decay of melon. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 1, p. 14307-14313, 2015.

JENNINGS, A. C. The determination of dihydroxy phenolic compounds in extracts of plant tissues. **Analitycal Biochemistry**, v. 118, p. 396-398, 1991.

KEEN, N. T.; YOSHIKAWA, M. β -1.3-Endoglucanase from soybean releases elicitor-active carbohydrates from fungus cell walls. **Plant Physiology**, v. 71, n. 3, p. 460-465, 1983.

KIMATI, H.; AMORIN, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia: Doenças de Plantas cultivadas**. 3. ed. São Paulo: Ceres, 1997. 725p.

KOPF, J. C.; BRUM, A. L. A política comercial de Angola e a participação brasileira. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 19254-19279, 2019b.

KOPF, J. C.; BRUM, A. L. As exportações do setor metalomecânico agrícola como fator de desenvolvimento: o caso da Região Funcional de Planejamento do Rio Grande do Sul. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 19287-19307, 2019a.

KOVAČEC, E.; LIKAR, M.; REGVAR, M. Temporal changes in fungal communities from buckwheat seeds and their effects on seed germination and seedling secondary metabolism. **Fungal Biology**, v. 120, n. 5, p. 666-678, 2016.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; COSTA, N. P. **Teste do hipoclorito de sódio para semente de soja**. 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 17p.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura**. 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 24p.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; VIEIRA R. D. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. 1. ed. Londrina: Abrates, 1999. 23p.

LABANCA, E. R. G. **Purificação parcial de elicitores presentes em *Saccharomyces cerevisiae*: Atividade como indutores de resistência em pepino (*Cucumis sativus*) contra *Colletotrichum lagenarium* e da síntese de gliceolinas em soja (*Glycine max*)**. 2002. 118f. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

LAZZARI, F. A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações**. 2. ed. Curitiba: Ed. do Autor, 1997. 148p.

LIMA, L. C. A. Resposta a danos no DNA após exposição à luz ultravioleta: Apagando o fogo antes do incêndio celular. **Revista da Biologia**, v. 14, n. 1, p. 6-16, 2015.

LINKE JUNIOR, W. **Armazenamento de sementes de soja em atmosfera modificada e controlada e exposição aos raios UV**. 2015. 61f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

LINTHORST, H. J. M.; VAN LOON, L. C. Pathogenesis related proteins of plants. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 10, n. 2, p. 123-150, 1991.

MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: UFLA, 2000. 138p.

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

MANCINI, V.; ROMANAZZI, G. Seed treatments to control seedborne fungal pathogens of vegetable crops. **Pest Management Science**, v. 70, n. 6, p. 860-868, 2014.

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

MARQUENIE, D.; MICHAELS, C. W.; GEERAERD, A. H.; SCHENK, A.; SOONTJENS, C.; VAN IMPE, J. F.; NICOLAI, B. M. Using survival analysis to investigate the effect of UVC and heat treatment on storage rot of strawberry and sweet cherry. **International Journal of Food Microbiology**, v. 73, n. 1, p. 187- 196, 2002.

MAZARO, S. M.; CITADIN, I.; GOUVÊA, A.; DE LUCKMANN, D. S. S. G. Indução de fitoalexinas em cotilédones de soja em resposta a derivados de folhas de pitangueira. **Ciência Rural**, v. 38, n. 7, p. 1824-1829, 2008.

MEDEIROS, J. G. F.; FONTES, I. C. G.; SILVA, E. C. D.; SANTOS, P. D. D.; RODRIGUES, R. D. M. Controle de fungos e qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* L.) submetidas ao calor húmido. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 191-200, 2019.

MEDEIROS, J. G. F.; NETO, A. C. A.; URSULINO, M. M.; NASCIMENTO, L. C.; ALVES, E. U. Fungos associados às sementes de *Enterolobium contortisiliquum*: análise da incidência, controle e efeitos na qualidade fisiológica com o uso de extratos vegetais. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 47-58, 2016.

MELLO, E. S.; BRUM, A. L. A cadeia produtiva da soja e alguns reflexos no desenvolvimento regional do Rio Grande Do Sul. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 74734-74750, 2020.

MOREIRA, C. G. Á.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; BONALDO, S. M.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. Caracterização parcial de frações obtidas de extratos de *Cymbopogon nardus* com atividade elicitora de fitoalexinas em sorgo e soja e efeito sobre *Colletotrichu lagenarium*. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 4, p. 332-337, 2008.

MUÑOZ-LEOZ, B.; GARBISU, C.; CHARCOSSET, J. Y.; SÁNCHEZ-PÉREZ, J. M.; ANTIGÜEDAD, I.; RUIZ-ROMERA, E. Non-target effects of three formulated pesticides on microbially-mediated processes in a clay-loam soil. **Science Total Environ**, v. 449, n. 1, p. 345-354, 2013.

MURALI, M.; SUDISHA, J.; AMRUTHESH, K. N.; ITO, S. I.; SHETTY, H. S.

Rhizosphere fungus *Penicillium chrysogenum* promotes growth and induces defence related genes and downy mildew disease resistance in pearl millet. **Plant Biology**, v. 15, n. 1, p. 111-118, 2013.

NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados no desempenho das plantas**. In: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. 1. ed. Londrina: ABRATES, 1999. p.22-24.

NASCIMENTO, F. V.; SANTOS, M. C.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; BARTINICKI, V. A. Hidrotermia e radiação UV-C no controle de patógenos de manga e melão. **Summa Phytopatologica**, v. 40, n. 4, p. 313-317, 2014.

NUNES, J. C. S. Tratamento de sementes de soja como um processo industrial no Brasil. **Seed News**, v. 20, n. 1, 2016, p. 7-10.

OLIVEIRA, A. C. B. de; ROSA, A. P. S. A. da. Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, Safras 2013/2014 e 2014/2015. In: **XL Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014.

PAGNUSSATT, F. A.; DEL PONTE, E. M.; BUFFON, J. G.; FURLONG, E. B. Inhibition of *Fusarium graminearum* growth and mycotoxin production by phenolic extract from *Spirulina* sp. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 108, n. 1, p. 21-26, 2014.

PAN, J.; VICENTE, A. R.; MARTÍNEZ, G. A.; CHAVES, A. R.; CIVELLO, P. M. Combined use of UV-C irradiation and heat treatment to improve postharvest life of strawberry fruit. **Journal of the Science Food and Agriculture**, v. 84, n. 14, p. 1831-1838, 2004.

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. In: PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A.; SCHUCH, L. O. B. *Produção de sementes*. 3 ed. Pelotas: Universitária/UFPel, 2012. p.32-46.

PIZÁ, M. C. P.; PREVOSTO, L.; ZILLI, C.; CEJAS, E.; KELLY, H.; BALESTRASSE, K. Effects of non-thermal plas-mas on seed-borne *Diaporthe/Phomopsis* complex and germination parameters of soybean seeds. **Innova-tive Food Science & Emerging Technologies**, v. 49, n. 1, p. 82-91, 2018.

RAMPIM, L; LIMA, P. R.; HERZOG, N. F. M; ABUCARMA, V. M.; MEINERS, C. C.; LANA, M. do C.; MALAVASI, M. de M.; MALAVASI, U. C. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja comercial e salva. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 4, p. 476-486, 2016.

REDDY, M.V. B.; KUSHALAPPA, A. C.; RAGHAVAN, G. S. V.; PAULITZ, T. C. Effect of microwave treatment on quality of wheat seeds infected with *Fusarium graminearum*. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 71, n. 2, p. 113-117, 1998.

REDDY, M.V. B.; KUSHALAPPA, A. C.; RAGHAVAN, G. S. V.; STEVENSON, M. M. P. Erradication of seedborne *Diaporthe phaseolorum* in soybean by microwave treatment. **Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy**, v. 30, n. 1,

p. 199-204, 1995.

REIS, E. F. dos; PELISSARI, A.; MORAES, A. de; OLIVEIRA, E. B. de; RUARO, L. Podridão vermelha da raiz da soja em cultivos com diferentes sistemas de manejo e coberturas do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 4, p. 528-533, 2012.

REIS, E. M.; REIS, A. C.; CARMONA, M. A. **Manual de fungicidas: um guia para o controle químico racional de doenças em plantas**. 8. ed. Passo Fundo: Berthier, 2019. 264p.

REIS, E. M.; REIS, A. C.; FORCELINI, C. A. **Manual de fungicidas: guia para o controle químico de doenças de plantas**. 6. ed. Passo Fundo: UPF Editora, 2010. 225p.

RIBEIRO, F. C.; COLOMBO, G. A.; CARVALHO, E. V.; PELÚZIO, J. M.; ERASMO, E. A. L. Chemical control of the soybean target spot (*Corynespora cassiicola*), in the cerrado of Tocantins, Brazil. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 4, n. 1, p. 26-36, 2017.

RICHETTI, A.; GOULART, A. C. P. Custo de tratar. **Revista Cultivar**, v. 244, n. 1, p. 18-20, 2019.

ROCHA, G. C.; NETO, A. R.; CRUZ, S. J. S.; CAMPOS, G. W. B.; DE OLIVEIRA CASTRO, A. C.; SIMON, G. A. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas e armazenadas-Physiological quality of treated and stored soybean seeds. **Cientific@-Multidisciplinary Journal**, v. 4, n. 1, p. 50-65, 2017.

RODRIGUES, A. A. C.; BEZERRA NETO, E.; COELHO, R. S. B. Indução de resistência a *Fusarium oxysporum* f. SP. tracheiphilum em caupi: eficiência de indutores abióticos e atividade enzimática elicitora. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 492-499, 2006.

ROY, K. W.; HERSHMAN, D. E.; RUPE, J. C.; ABNEY, T. S. Sudden death syndrome of soybean. **Plant Disease**, v. 81, n. 10, p. 1100-1111, 1997.

SALVADORI, J. R.; BACALTCHUK, B.; DEUNER, C. C.; LAMAS JÚNIOR, G. L. C.; RIZZARDI, M. A.; LANGARO, N. C.; ESCOSTEGUY, P. A. V.; BOLLER, W. **Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, safras 2016/2017 e 2017/2018**. 1. ed. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2016. 128p.

SANTOS, L. A.; FARIA, C. M. D. R.; MAREK, J.; DUHAFSCHEK, E.; MARTINICHEN, D. (2016). Radioterapia e Termoterapia como tratamentos de sementes de Soja. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, v. 9, n. 2, p.37-44, 2016.

SAVCI, S. Um poluente agrícola: fertilizante químico. **Revista Internacional de Ciência e Desenvolvimento Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 73, 2012.

SHUANB, S. R. P.; BRACCINI, A. L.; FRANÇA-NETO, J. B.; SCAPIM, C. A.; MESCHÉDE, D. K. Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a

emergência das plântulas em campo. **Revista Acta Scientiarum**, v. 28, n. 4, p. 553-561, 2006.

SILVA, P. R. A. Tecnologia e Inovação: Plantio soja agrupado. **Revista Campo e Negócios**, sn, 2017. Disponível em: <https://agroruralnews.blogspot.com/2017/03/tecnologia-e-inovacao-plantio-agrupado.html>. Acesso em: 19 nov. 2020.

SIVASAKTHI, S.; USHARANI, G.; SARANRAJ, P. Biocontrol potentiality of plant growth promoting bacteria (PGPR) - *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis*. **A review. African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 16, p. 1265-1277, 2014.

SPERLING, S.; BONETTI, L. P.; TRAGNAGO, J. L. Efeito da radiação eletromagnética sobre a germinação de sementes de soja. In: XVII Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão. **Anais... XV Mostra de Iniciação Científica – Unicruz, Cruz Alta, RS. 2012.**

SRIPONG, K.; JITAREERAT, P.; TSUYUMU, S.; UTHAIRATANAKIJ, A.; SRILAONG, V.; WONGS-AREE, C.; MA, G.; ZHANG, L.; KATO, M. Combined treatment with hot water and UVC elicits resistance against anthracnose and improves the quality of harvested mangoes. **Crop Protection**, v. 77, n. 1, p. 1-8, 2015.

STEVENS, C.; KHAN, V. A.; LU, J. Y.; WILSON, C. L.; PUSEY, P. L.; KABWE, M. K. IGWEGBE, E. C. L.; CHALUTZ, E.; DROBY, S. The germinicidal and hormetic effects os UV-C light on reducing brown rot disease and yeast microflora of peaches. **Crop Protection**, v. 24, n. 1, p. 756-759, 2005.

STEVENS, C.; KHAN, V.A.; LU, J. Y.; WILSON, C. L.; PUSEY, P. L.; KABWE, M. K.; IGWEGBE, E. C. K.; CHALUTZ, E.; DROBY, S. The germicidal and hormetic effects of UV-C light on reducing brown rot disease and yeast microflora of peaches. **Crop Protection**, v. 17, n. 1, p.75-84, 1998.

STICHER, L.; MAUCH-MANI, B.; MÉTRAUX, J. P. Systemic acquired resistance. **Annual Review of Phytopathology**, v. 35, n. 1, p. 235-270, 1997.

STINTZI, A.; HEITZ, T.; PRASAD, V.; WIEDEMANNMERDINOGLU, S.; KAUFFMANN, S.; GEOFFROY, P.; LEGRAND, M.; FRITIG, B. Plant 'pathogenesis-related' proteins and their role in defense against pathogens. **Biochimie**, v. 75, n. 8, p. 687-706, 1993.

STRACK, D. **Phenolic metabolismo**. In: DEY, P. M.; HARBORNE, J. B. (eds.) Plant biochemistry. 1. ed. London: Academic Press, p. 387-416, 1997.

SZARESKI, V. J.; CARVALHO, I. R.; DEMARI, G. H.; PELISSARI, G.; PELEGRIN, A. J.; BARBOSA, M. H.; ROSA, T. C.; SANTOS, N. L.; MARTINS, T.; NARDINO, M.; PEDO, T.; SOUZA, V. Q.; AUMONDE, T. Z. Análise de caminhos aplicada a características agronômicas de soja com hábitos de crescimento contrastantes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 12, n. 1, p. 531-538, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 918p.

TELLES, A. C.; KUPSKI, L.; FURLONG, E. B. **Phenolic compound in beans as protection against mycotoxins**. *Food Chemistry*, v. 214, n. 1, p. 293-299, 2017.

TERAO, D.; SASAKI, F. F. C.; NECHET, K. L.; FRIGHETTO, R. T. S.; KONDA, E. T. **Aplicação da radiação ultravioleta-C para controle da podridão peduncular do mamão / Daniel Terao... [et al.]**. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Meio Ambiente, 1516-4675; 81). Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2019. 20 p.

TERRA, C. E. P. S. **Avaliação de genótipos e indutores de resistência no controle da pinta-preta do mamoeiro**. 2009. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2009.

TERRY, L. A.; JOYCE, D. C. Elicitors of induced disease resistance in postharvest horticultural crops: a brief review. **Postharvest Biology and Technology**, v. 32, n. 1, p. 1-13, 2004.

TOMAZI, Y.; BONOME, L. T. S.; SIQUEIRA, D. J.; MOURA, G. S.; FRANZENER, G. Métodos de assepsia em sementes de feijão. **Revista Verde**, v. 14, n. 2, p. 229-237, 2019.

TOMAZI, Y.; BONOME, L. T. S.; SIQUEIRA, D. J.; MOURA, G. S.; FRANZENER, G. Métodos de assepsia em sementes de feijão. **Revista Verde**, v. 14, n. 2, p. 229-237, 2019.

TOPCU, Y.; DOGAN, A.; KASIMOGLU, Z.; SAHIN-NADEEM, H.; POLAT, E.; ERKAN, M. The effects of UV radiation during the vegetative period on antioxidant compounds and postharvest quality of broccoli (*Brassica oleracea* L.). **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 93, n. 2, p. 56-65, 2015.

TORNALETTI, S. "DNA Repair in Mammalian Cells: Transcription-Coupled DNA Repair: Directing Your Effort Where It's Most Needed." **CMLS**, v. 66, n. 6, p. 1010-1020, 2009.

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, n. 1, p. 85-97, 1999.

VICENTE, A. R.; PINEDA, C.; LEMOINE, L.; CIVELLO, P. M.; MARTINEZ, G. A.; CHAVES, A. R. UV-C treatment reduce decay, retain quality and alleviate chilling injury in pepper. **Postharvest Biology and Technology**, v. 35, n. 1, p. 69-78, 2005.

VIDOVIĆ, M.; MORINA, F.; MILIĆ, S.; ZECHMANN, B.; ALBERT, A.; WINKLER, J.B.; JOVANOVIĆ, S. V. Ultraviolet-B component of sunlight stimulates photosynthesis and flavonoid accumulation in variegated *Plectranthus coleoides* leaves depending on background light. **Plant, Cell and Environment**, v. 38, n. 5, p. 968-979, 2015.

VIEGAS, E. C.; ROSSETTO, C. A. V. Contaminação por *Aspergillus spp.* em *Arachis hypogaea*. **Agronomia**, v. 40, n. 2, p.73-82, 2006.

WARD, E. R.; UKNES, S. J.; WILLIAMS, S. C.; DINCHER, S. S.; WIEDERHOLD, D. L.; ALEXANDER, D. C.; AHL GOY, P.; METRAUX, J. P.; RYALS, J. A. Coordinate gene activity in response to agents that induce systemic acquired resistance. **Plant**

Cell, v. 3, n. 10, p. 1085-1094, 1991.

WIRTH, S. J.; WOLF, G. A. Micro-plate colorimetric assay for endo-acting cellulase, xylanase, chitinase, 1,3- β -glucanase and amylase extracted from forest soil horizons. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 24, n. 1, p. 511-519, 1992.

XIA, X. J.; HUANG, Y. Y.; WANG, L.; HUANG, L. F.; YU, Y. L.; ZHOU, Y. H.; YU, J. Q. Pesticides-induced depression of photosynthesis was alleviated by 24-epibrassinolide pretreatment in *Cucumis sativus* L. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 86, n. 1, p. 42-48, 2006.

YAMAGUCHI, T.; YAMADA, A.; HONG, N.; OGAWA, T.; ISHII, T.; SHIBUYA, N. Differences in the recognition of glucan elicitor signals between rice and soybean: β glucan fragments from the rice blast disease fungus *Pyricularia oryzae* that elicit phytoalexin biosynthesis in β -1,3 glucanases: uma revisão. **Plant Cell**, v. 12, n. 5, p. 817-826, 2000.

ZAHA, A.; FERREIRA, H. B.; PASSAGLIA, L. M. P. **Biologia Molecular Básica**. 3. ed. Porto Alegre: Mercado Aberto, 2003. 424p.

ZAMBOLIN, L.; JESUS JÚNIOR, W. C. **O essencial dos fungicidas empregados no controle de doenças- parte básica**. In: ZAMBOLIM, L.; PIKANÇO, M.C.; SILVA, A.A. da; FERREIRA, L.R.; FERREIRA, F.A.; JESUS JUNIOR, W.C. Produtos Fitossanitários (Fungicidas, Inseticidas, Acaricidas e Herbicidas). 1. ed. Viçosa: UFV, p.77-145, 2008.

ZAVALA, J. A.; MAZZA, C. A.; DILLON, F. M.; CHLUDIL, H. D.; BALLARÉ, C. L. Soybean resistance to stink bugs (*Nezara viridula* and *Piezodorus guildinii*) increases with exposure to solar UV-B radiation and correlates with isoflavonoid content in pods under field conditions. **Plant, Cell and Environment**, v. 38, n. 5, p. 920-928, 2015.

ZHANG, W.; JIANG, F.; OU, J. Global pesticide consumption and pollution: With China as a focus. **Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences**, v. 1, n. 1, p. 125-144, 2011.

ZIEGLER, V; VANIER, N. L.; FERREIRA C. D.; PARAGINSKI, R. T.; MONKS, J. L. F.; ELIAS, M. C. Changes in the Bioactive Compounds Content of Soybean as a Function of Grain Moisture Content and Temperature during Long-Term Storage. **Journal of Food Science**, 81, n. 3, p. 762-768, 2016.