

**ALEXANDRE DONIZETI BARBOSA**

**EFICÁCIA DE FUNGICIDAS EM TRATAMENTO DE SEMENTES NO  
CONTROLE DE *Fusarium pallidoroseum* EM RELAÇÃO AO TAMANHO DE  
SEMENTES NA CULTURA DA SOJA**

**Botucatu**

**2021**



**ALEXANDRE DONIZETI BARBOSA**

**EFICÁCIA DE FUNGICIDAS EM TRATAMENTO DE SEMENTES NO  
CONTROLE DE *Fusarium pallidoroseum* EM RELAÇÃO AO TAMANHO DE  
SEMENTES NA CULTURA DA SOJA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Agricultura).

Orientador(a): Prof. Dr. Edvaldo A. Amaral da Silva

Coorientador(a): Prof. Dr. José da Cruz Machado

**Botucatu**

**2021**

B238e

Barbosa, Alexandre Donizeti

Eficácia de fungicidas em tratamento de sementes no controle de *Fusarium pallidorozeum* em relação ao tamanho de sementes na cultura da soja / Alexandre Donizeti Barbosa. -- Botucatu, 2021

56 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu

Orientador: Edivaldo Aparecido Amaral da Silva

Coorientador: José da Cruz Machado

1. Sementes. 2. Soja. 3. *Fusarium*. 4. Fungicidas. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EFICÁCIA DE FUNGICIDAS EM TRATAMENTO DE SEMENTES NO CONTROLE DE *Fusarium pallidoroseum* EM RELAÇÃO AO TAMANHO DE SEMENTES NA CULTURA DA SOJA.

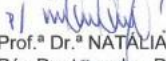
AUTOR: ALEXANDRE DONIZETI BARBOSA

ORIENTADOR: EDVALDO APARECIDO AMARAL DA SILVA

COORIENTADOR: JOSÉ DA CRUZ MACHADO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. EDVALDO APARECIDO AMARAL DA SILVA (Participação Virtual)  
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

  
Prof.ª Dr.ª NATÁLIA HELENA GAVILAN (Participação Virtual)  
Pós-Doutoranda - Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu

  
Prof.ª Dr.ª DAIANI AJALA LUCCAS (Participação Virtual)  
Agronomia / Faculdade Gran Tietê

Botucatu, 28 de abril de 2021



*A Deus, aos meus pais, Deise e João, meu irmão*

*Leandro e namorada Jaqueline,*

*por todo incentivo, amor e ensinamentos,*

*dedico*





## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pelo dom da vida e pela presença constante em minha vida.

À Universidade Estadual Paulista (UNESP) e ao programa de pós-graduação em Agricultura pela oportunidade de realização do mestrado.

À empresa Corteva Agriscience pela parceria e oportunidade de desenvolvimento dos ensaios realizados desta dissertação.

Ao professor e orientador Dr. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva, pela orientação, ensinamentos, paciência, oportunidade e amizade.

Ao professor e coorientador Dr. José da Cruz Machado, pelas valiosas sugestões, orientação e amizade.

Aos colegas da Corteva Agriscience, Alfredo Gonring, Orlando Garcia, Augusto Kalsing, Jander Almeida, Paulo César, Vanbasther Almeida, Marcelo Mocheti e Felipe Nunes, pela amizade, disposição e colaboração na realização deste trabalho.

A colega Iara, do Laboratório de Patologia de Sementes (LAPS) pelo suporte, dicas e sugestões no desenvolvimento do trabalho mesmo à distância.

Aos amigos Alex, Tamylin, Jander, Carlinha, Danilo, Camila, Karina e Alesxine pela amizade e descontração nos momentos difíceis.

À minha namorada, amiga e parceira Jaqueline Campos que me ajudou na execução e desenvolvimento deste trabalho e incentivo nos momentos difíceis.

À toda minha família, Deise, João e Leandro, pelo incentivo, amor e apoio incondicional em todas as fases da minha vida.



## RESUMO

O fungo *Fusarium pallidoroseum* (syn. *F. semitectum*) é um dos patógenos com maior ocorrência em sementes de soja sendo o tratamento químico das sementes, através do uso de fungicidas, o principal método de controle deste patógeno. Entretanto, a qualidade do tratamento e conseqüentemente a eficácia dos produtos utilizados pode ser influenciada por diversos fatores, entre eles o tamanho das sementes. Trabalhos relacionados a dose de fungicidas em função do tamanho das sementes são escassos na literatura sobretudo para sementes de soja. Portanto, esse trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia de fungicidas para controle do fungo *Fusarium pallidoroseum* levando-se em consideração dois lotes de tamanhos diferentes de sementes de soja. Para isso sementes da cultivar 97R50, foram classificadas em 2 peneiras distintas (5,5 mm e 6,5 mm), inoculadas com o fungo *Fusarium pallidoroseum* e posteriormente tratadas com os fungicidas: Picoxistrobina + Ipconazole + Oxathiapiprolim (PIO) e Metalaxil-M + Fludioxonil (MF). Para avaliar o efeito dos diferentes tratamentos foram realizados teste de germinação, estande inicial e estande final, Índice de Velocidade de Emergência (IVE), peso de matéria seca da parte aérea e de raízes de plântulas emergidas, teste de sanidade *Blotter test*, altura de plântulas, análise do sistema radicular, índice de dano e taxa de transmissão. Os parâmetros de qualidade fisiológica e sanitária das sementes foram afetados pelas doses dos fungicidas utilizados, mostrando a eficácia dos produtos, porém comparando-se as doses nos diferentes tamanhos de peneiras não houve dados significativos. Os resultados encontrados reafirmam a necessidade de mais estudos com esta abordagem, já que são raros os trabalhos sobre a relação da dosagem de fungicidas com área superficial de contato das sementes e seus efeitos nos demais parâmetros de qualidade.

**Palavras-chave:** *Fusarium semitectum*. Sanidade de sementes. Fungicida. Dosagem. Superfície de recobrimento.



## ABSTRACT

*Fusarium pallidoroseum* (syn. *F. semitectum*) is one of the pathogens with the highest occurrence in soybean seeds. However, the quality of the seed treatment and consequently the effectiveness of the products used can be influenced by several factors, including seed size. Studies related to the dose of fungicides and its relationship with seed size are scarce in the literature, especially for soybean seeds. Therefore, this study aimed to evaluate the efficacy of fungicides to control the fungus *Fusarium pallidoroseum* on two different sizes of soybean seeds. The soybean cultivar 97R50 was classified in two different sieves (5.5 mm and 6.5 mm), inoculated with the fungus *Fusarium pallidoroseum* and subsequently treated with the fungicides: Picoxystrobin + Ipconazole + Oxathiapiprolim (PIO) and Metalaxyl-M + Fludioxonil (MF). To evaluate the effect of the different treatments were performed germination test, initial and final stand, Emergence Velocity Index (EVI), dry matter weight of the seedlings, Blotter test, seedling height, root system analysis, damage index and transmission rate. The parameters of physiological and seed health quality were affected by the doses of fungicides used, showing the effectiveness of the products, however, comparing the doses in the different sieve sizes, there were no significant data. The results found reaffirm the need for further studies with this approach, since there are few studies on the relationship of fungicide dosage with the seed size and its effects on other quality parameters.

Keywords: *Fusarium semitectum*. Seed health. Fungicide. Dosage. Surface area coverage.



## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b>	15
2	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	17
2.1	A cultura da Soja	17
2.2	Relação da qualidade e tamanho das sementes de soja	18
2.3	Doenças fúngicas associadas às sementes de soja	19
2.4	O gênero <i>Fusarium</i> em soja	21
2.5	<i>Fusarium pallidoroseum</i> (Sin. <i>Fusarium semitectum</i> Berk. & Rav.)	22
2.6	Obtenção de sementes de soja portadoras do patógeno	23
2.7	Métodos de detecção de patógenos em sementes de soja	24
2.8	Tratamento de sementes	25
2.9	Influência do tamanho da semente no tratamento químico	28
3	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	29
3.1	Origem das sementes	29
3.2	Obtenção e multiplicação do isolado fúngico	29
3.3	Preparo e inoculação das sementes	29
3.4	Tratamento químico das sementes	30
3.5	Testes de Laboratório	32
3.5.1	Teste de germinação	32
3.5.2	Teste de sanidade “Blotter test”	32
3.6	Ensaio em Casa de Vegetação	33
3.6.1	Avaliação de estande inicial e final	33
3.6.2	Índice de velocidade de emergência	33
3.6.3	Altura de plântulas	34
3.6.4	Peso de matéria seca da parte aérea e das raízes de plântulas	34
3.6.5	Análise das características do sistema radicular	34
3.6.6	Índice de doença	34
3.6.7	Avaliação da taxa de transmissão de <i>F. pallidoroseum</i> pelas sementes	35
3.7	Análises estatísticas	36
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	37
4.1	Efeito de <i>F. pallidoroseum</i> nas sementes e plântulas de soja	37

4.2	Transmissão de <i>F. pallidoroseum</i> a partir de sementes de soja e Índice de doença	42
5	<b>CONCLUSÃO</b>	46
	<b>REFERÊNCIAS</b>	47



## 1 INTRODUÇÃO

A soja é a principal cultura agrícola do Brasil, tendo grande importância na pesquisa, principalmente visando a obtenção de resultados que possam aumentar a produtividade (BRACCINI et al., 2003). Durante a fase de produção de sementes no campo, colheita, beneficiamento, armazenamento e transporte, diversos fatores podem ocorrer e influenciar na qualidade das sementes. Assim são necessárias além de técnicas adequadas de cultivo, que se utilize sementes de alta qualidade fisiológica, genética, física e sanitária, resultando na produção de plantas com alto desempenho e potencial produtivo mais elevado (PEREIRA, 2008; FRANÇA-NETO et al., 2016).

A classificação e padronização do tamanho das sementes de soja faz parte do processo de beneficiamento e tem se tornado exigência de mercado, sendo adotada por vários produtores, pois resulta em precisão de semeadura e como consequência melhor uniformidade de distribuição das sementes no campo e garantia de melhores estandes de plântulas (CAMOZZATO et al., 2009; ANDRADE, 2016). Além disso, a padronização do tamanho (largura) é importante, pois sementes com diferentes tamanhos resultam em pesos e área de cobertura diferentes, podendo comprometer a qualidade do tratamento das sementes (LUDWIG, 2017).

Através da rápida expansão da cultura da soja, aliada a falta de cuidados fitossanitários, permitiu que sementes contaminadas fossem espalhadas por todo o Brasil, introduzindo patógenos em novas áreas de cultivo (HENNING et al., 2005). Efeitos diretos da presença desses patógenos em sementes podem resultar em redução do vigor, da emergência, do período de armazenamento e do rendimento (ITO & TANAKA, 1993).

Um dos patógenos recorrentes em sementes de soja é o fungo do gênero *Fusarium*. Dentre as espécies de *Fusarium*, o mais frequente (98% ou mais) em sementes de soja é o *Fusarium pallidoroseum* (*F. pallidoroseum*). O fungo está frequentemente associado a sementes que sofreram atraso de colheita ou deterioração por umidade no campo e pode causar podridões em sementes, caule e raiz, além de perdas de germinação em ambientes de condição controlada. (DHINGRA; MUCHOVEJ, 1979; DHINGRA; ACUNA, 1997; GOULART, 2018).

A detecção e identificação de patógenos em sementes de soja e outras espécies vegetais é muito importante para se recomendar o tratamento destas ou até

mesmo orientar a aplicação foliar de fungicidas. Atualmente a metodologia mais utilizada para a detecção de fungos em sementes de soja é o teste em papel de filtro *Blotter test* (GOULART, 2018) e a partir da identificação e quantificação pode-se propor a melhor forma de controle do patógeno.

O uso de fungicidas no tratamento de sementes é o método de controle mais praticado e protege a semente e a plântula no estado inicial da germinação (LUDWIG et al., 2011). Aproximadamente 95% do volume de sementes de soja são tratadas com fungicidas sendo uma das medidas mais econômicas e eficazes para controle de doenças em soja (HENNING et al., 2010; GOULART, 2018).

Atualmente a dose recomendada dos fungicidas para tratamento de sementes é expressa em ml/100 kg de sementes, não considerando o número de sementes presentes por peso, que variam de acordo com o tamanho das mesmas, afetando a quantidade necessária, distribuição e uniformidade do produto nas sementes (LUDWIG, 2017). De acordo com Carvalho et al. (2004) a eficácia do tratamento poderá ser comprometida com as variações das doses dos fungicidas em função da área superficial de determinados lotes de sementes (CARVALHO et al., 2004). Todavia, informações sobre a dosagem de produtos em relação ao tamanho das sementes de soja são escassas na literatura.

Para se evitar o uso de doses inadequadas de fungicidas, garantir uniformidade no recobrimento e ao mesmo tempo garantir eficácia no tratamento sanitário de sementes, é necessário maior desenvolvimento e aprofundamento do tema. Portanto esse trabalho tem como objetivo avaliar o efeito na eficácia de fungicidas via tratamento de sementes para controle do fungo *Fusarium pallidoroseum* levando-se em consideração dois tamanhos de sementes.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A cultura da Soja

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma leguminosa oleaginosa de maior importância agrícola no Brasil e no mundo. Na safra 2020/21 a produção mundial atingiu 364,07 milhões de toneladas em 127,60 milhões de hectares (USDA, 2020). Nessa mesma safra o Brasil obteve o primeiro lugar em produção, com o total de 135,86 milhões de toneladas em 38,5 milhões de hectares, distribuídos por todo o país e logo em seguida os Estados Unidos com 112,55 milhões de toneladas em 33,31 milhões de hectares (CONAB, 2020; USDA, 2020).

A produção de soja é muito importante no mundo e, no Brasil, influencia bastante a estabilidade econômica do agronegócio (BALARDIN et al., 2006; CASTRO et al., 2015). Apesar do crescimento da cultura e das tecnologias existentes no Brasil, o potencial do grão tem sido limitado devido à alguns fatores, como as condições climáticas no decorrer do ciclo da cultura, os sistemas de rotação e sucessão de culturas, o manejo e a fertilidade do solo, seleção de cultivares, o manejo de plantas daninhas, de insetos-praga e de doenças, o sistema de implantação da lavoura e a tecnologia de colheita (EMBRAPA, 2008; KRZYZANOWSKI et al., 2018). Além dos fatores descritos, há um consenso básico sobre a utilização de sementes de boa qualidade com elevado potencial genético, fisiológicos, físicos e sanitário (LUDWIG, 2017).

A cultura da soja é propagada através de sementes, sendo que estas desempenham papel fundamental para elevar o desempenho produtivo da cultura (TALAMINI et al., 2012). Segundo relatado por Peske et al. (2010) a utilização de sementes com alto vigor é responsável por acréscimos de até 35% na produção de soja.

Doenças podem ocorrer durante todo o ciclo da cultura da soja sendo a severidade dos ataques variável entre as safras, entre propriedades de uma mesma região e até mesmo entre talhões de uma mesma propriedade, sendo dependente da cultivar, do tipo de tecnologia empregada, época de semeadura e das condições climáticas durante a safra. (YORINORI et al., 2009; DHINGRA et al., 2013).

Assim, investir em tecnologias específicas para a produção de sementes de soja, aprimorar métodos de análises e controles de qualidade são de fundamental importância para o sucesso do cultivo da leguminosa (FRANÇA-NETO et al., 2016).

## **2.2 Relação da qualidade e tamanho das sementes de soja**

De acordo com Marcos Filho (2015), a semente é o insumo mais importante para a agricultura. Seu processo de produção exige cuidados rigorosos no sistema de controle interno de qualidade por parte das empresas produtoras, cumprimento de leis e normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e outros órgãos fiscalizadores, que exigem padrões mínimos de qualidade e controle do processo produtivo, visando garantir produção certificada (ABRASEM, 2019).

Para a produção de sementes de soja de elevada qualidade, os produtores necessitam de técnicas especiais de controle de qualidade com o objetivo de superar as adversidades que podem afetar sua produção, tais como técnicas inadequadas de colheita, secagem, armazenamento, beneficiamento, transporte e semeadura, principalmente em regiões tropicais e subtropicais (FRANÇA-NETO et al., 2016). Lotes de sementes de soja com alta qualidade apresentam altas taxas de vigor, germinação, pureza física e varietal (genética), boa sanidade, além de serem livres de sementes de plantas daninhas (KRZYZANOWSKI et al., 2018).

A classificação de sementes por largura faz parte do processo de beneficiamento e é uma característica de grande variabilidade, originando lotes de sementes com tamanhos que variam de 5,0 a 7,0 mm. Essas diferenças podem interferir na produção de sementes de soja com elevada qualidade e resultam em pesos e área de cobertura das sementes distintas, afetando a qualidade do tratamento das sementes (GONTIA; AWASTHI, 1999; SANTOS et al., 2006; LUDWIG, 2017).

A padronização do tamanho das sementes de soja através da classificação é uma técnica considerada importante, pois homogeneiza um lote e tornam as sementes visualmente mais atrativas para o comércio, resulta em aumento da precisão de semeadura, facilitando a obtenção da população de plantas desejada, além de poder afetar o vigor inicial das plantas e os componentes agronômicos de produção (KRZYZANOWSKI et al., 1991; PESKE; LABBÉ, 2012; CAMOZZATO et al., 2009).

Diversos resultados relacionados ao tamanho da semente e sua qualidade genética, física, fisiológica e sanitária têm sido relatados em pesquisas, entretanto, os resultados muitas vezes são conflitantes (BARBOSA; SMIDERLE, 2008; BECKERT et al., 2000; ROCHA JUNIOR, 1999; SANTOS et al., 2005; SOUZA, 1998; THOMAS; COSTA, 1996). O tamanho das sementes pode influenciar em seu vigor e de acordo com alguns autores, sementes de soja de maior tamanho originam plântulas mais vigorosas e apresentam qualidade fisiológica superior quando comparadas com sementes menores, podendo resultar em melhores estandes de plântulas sob condições adversas (SANTOS et al., 2005; PÁDUA et al., 2010; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Entretanto, esses resultados não são unânimes e divergem de acordo com outros autores (PERIN et al. 2002; ÁVILA et al., 2008; CAMOZZATO et al., 2009; PICCININ et al., 2012).

### **2.3 Doenças fúngicas associadas às sementes de soja**

Entre os principais fatores que limitam a obtenção de altos rendimentos em soja estão as doenças, que, em geral, são de difícil controle (FIALLOS, 2011; LEMES et al., 2015). A soja no campo é atacada por muitos microrganismos fitopatogênicos, sendo o grupo dos fungos o de maior ocorrência, seguido de bactérias, vírus e nematóides, podendo afetar o rendimento e a qualidade das sementes (GOULART, 2018; MACHADO, 2000).

Aproximadamente 35 espécies de fungos já foram relatadas no mundo sendo transmitidas pelas sementes, causando severos danos relacionados à germinação de sementes, podridões radiculares, doenças foliares e doenças em hastes e vagens de soja. Esses danos e perdas dependem das condições climáticas nas regiões de cultivo, das práticas culturais e da ocorrência e intensidade das doenças entre outros fatores (CASA; REIS, 2004; EMBRAPA, 2013; GRIGOLLI, 2016).

Os fungos patogênicos de maior ocorrência e patogenicidade em sementes de soja são *Phomopsis* spp. *Colletotrichum truncatum*, *Cercospora kikuchii*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium pallidoroseum* (sin. *F. semitectum*), *Aspergillus flavus*, *Penicillium* spp., entre outros (GOULART, 2018; ROY; RATNAYAKE, 1997).

A sobrevivência e disseminação de patógenos são favorecidas quando associados às sementes, visto que comparado às demais estruturas de propagação,

as sementes possuem um maior potencial de viabilidade no tempo, podendo a relação patógeno-semente permanecer viável por vários anos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Através das sementes muitas doenças de importância econômica que ocorrem na soja são disseminadas para novas áreas ou até mesmo sendo reintroduzidas em áreas cultivadas já controladas eficazmente anteriormente. Sementes infectadas, proporcionam focos primários com distribuição ao acaso de doenças no campo, ocorrendo geralmente processos infecciosos nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta (GOULART, 2018). Para a produção de sementes com boa qualidade sanitária é necessário que a localização dos campos de produção seja apropriada, que haja isolamento dos campos, rotação de cultura, adubação equilibrada, inspeções fitossanitárias frequentes entre outras práticas (LIMA et al., 1998; ZAMBOLIN et al., 2005; BRUNETTA et al., 2007).

Os fungos de sementes são caracterizados como aqueles que atacam a cultura no campo e os fungos de armazenamento. Podem ser saprófitos ou parasitas que infectam tanto sementes durante seu desenvolvimento, quanto plântulas e plantas mais velhas. Os fungos que atacam a cultura no campo, normalmente, permanecem em quiescência ou declinam durante o armazenamento das sementes, enquanto os de armazenamento afetam as sementes armazenadas, uma vez que são capazes de se desenvolverem sob condições menos úmidas onde os fungos que atacam a cultura no campo não conseguem se desenvolver (CHRISTENSEN; KAUFMANN, 1965).

A transmissão de patógenos via sementes ocorre com a passagem do inóculo infectivo presente nas sementes para a sua progênie e, posteriormente, a passagem do inóculo de plantas infectadas para as sementes produzidas (MACHADO; POZZA, 2005).

Diversos fatores podem influenciar na transmissão dos patógenos tais como temperatura, umidade, genótipo do hospedeiro, profundidade de semeadura, nível de inóculo do patógeno entre outros (ARAÚJO et al., 2006; CIA; FUZZATTO, 2006; TEIXEIRA, 1995; TEIXEIRA; MACHADO, 2003). Entretanto, a transmissão do patógeno da semente para a planta não necessariamente implica no desenvolvimento da doença no campo, já que a simples presença do patógeno nas sementes nem sempre é suficiente para assegurar a ocorrência de doença. A transmissão ocorre se houver o estabelecimento do patógeno nos tecidos da progênie (NEERGAARD, 1977).

O transporte de microrganismos por sementes, de maneira geral, pode ocorrer de três formas. No primeiro caso, o microrganismo encontra-se em mistura com as sementes, como parte da fração impura do lote carregando micélios dormentes, corpos frutíferos e esporos de fungos, cistos ou galhas de nematóides, células bacterianas e partículas de vírus, escleródios ou estromas fúngicos. A segunda forma é através da adesão passiva à superfície das sementes. A terceira e mais comum maneira de associação de microrganismos com sementes é a presença do inóculo em seus tecidos, podendo ser em estruturas superficiais ou internamente no embrião. O patógeno pode estar presente em um lote, sob uma ou mais dessas formas de associação (BRASIL, 2009b).

O tratamento de sementes com fungicidas assim como os demais processos de controle de qualidade sanitária garantem que os níveis de inóculos atendam aos padrões de sanidade na semeadura (LIMA et al., 1998).

#### **2.4 O gênero *Fusarium* em soja**

*Fusarium* é um gênero cosmopolita de fungos filamentosos ascomicetos de solo (Sordariomycetes:Hypocreales: Nectriaceae), que inclui muitos patógenos vegetais produtores de toxinas de importância agrícola. De maneira geral, as espécies de *Fusarium* podem causar murchas, *damping-off* (tombamento), necrose em folhas, podridão radicular, ferrugem e cancro, em culturas agrícolas, hortícolas, ornamentais e florestais, bem como a síndrome de morte súbita na soja, tanto em ecossistemas agrícolas como naturais. (NELSON, 1997; DÍAZ ARIAS et al., 2013; ELLIS et al. 2013; CHANG et al., 2015; COSTA et al., 2016). Espécies de *Fusarium* produzem diversos metabólitos secundários tóxicos (micotoxinas), tais como tricotecenos e fumonisinas (WOLOSCHUK; SHIM, 2013), que podem contaminar os produtos agrícolas, tornando-os impróprios para a alimentação humana ou rações (BAI; DESJARDINS, 2002; DESMOND et al., 2008; ILGEN et al., 2008). Especificamente em soja, a literatura cita algumas espécies de *Fusarium* que podem associar-se a cultura no Brasil, sendo *Fusarium pallidoroseum* um dos mais referenciados em associação com sementes de soja.

## 2.5 *Fusarium pallidroseum* (Sin. *Fusarium semitectum* Berk. & Rav.)

*Fusarium pallidroseum* é uma espécie comum e amplamente distribuída em regiões tropicais, subtropicais e em áreas mediterrâneas (ZACCARDELLI et al., 2006) e ocorrem em maiores concentrações em solos cultivados, geralmente associados às raízes das plantas tanto como parasitas ou saprófitas (BOOTH, 1971). São considerados habitantes do solo, fitopatógenos, além de contaminantes de alimentos e rações (ALTOMARE et al., 2000).

Esse patógeno pode ser encontrado em diversas regiões do mundo causando várias doenças, como cancro da noz (SETA et al., 2004), podridão da vagem, podridão da semente e podridão da raiz do feijão (DHINGRA; MUCHOVEJ, 1979), podridão de armazenamento de banana (GRIFFEE 1976; GRIFFEE; BURDEN, 1976) e murcha de alfafa (ZACCARDELLI et al., 2006). Em culturas de leguminosas, como soja e feijão, é a espécie de *Fusarium* encontrada em maior abundância, alcançando taxas de até 98% de ocorrência (GOULART, 2018). Pode causar podridão de sementes, podridão do colo de plântulas e podridão da raiz (DHINGRA; MUCHOVEJ, 1979; DHINGRA; ACUNA, 1997). Também pode promover perda da germinação em condições controladas de laboratório, assemelhando-se ao fungo *Phomopsis sojae* (GOULART, 2018). Tem preferência por sementes de culturas cultivadas em climas quentes e úmidos (COSTA et al., 2005) e pode estar associado com atrasos na colheita ou deterioração das sementes por umidade no campo (GOULART, 2018).

Em relação a aspectos taxonômicos, *Fusarium pallidroseum* apresenta micélio branco, pêssego ou marrom e aspecto cotonoso denso em sementes de soja após incubação pelo teste de sanidade (Figura 1), variando com a idade da cultura e período de incubação. Com auxílio de microscópio estereoscópico é possível observar as frutificações típicas do fungo, caracterizados por macroconídios formados em micélio aéreo, em conidióforos ramificados, com três a cinco septos, célula basal em forma de cunha, apical pontiaguda, medindo 17 µm–28 µm x 2,5 µm– 4 µm com três septos e 22 µm–40 µm x 3,7 µm–4 µm com cinco septos. Possui estruturas de resistência denominadas clamidósporos, de aspecto globoso, intercalar, solitário ou em cadeias curtas (GOULART, 2018).



**Figura 1 - Crescimento de *Fusarium pallidoroseum* sobre sementes de soja após incubação pelo teste de sanidade.**



Foto: Alexandre D. Barbosa - 2019

## **2.6 Obtenção de sementes de soja portadoras do patógeno**

De acordo com a literatura, sementes com patógenos podem ser obtidas de diferentes maneiras. Um primeiro procedimento é a seleção de lotes de sementes que apresentam de forma natural contaminações com os patógenos de interesse; neste caso as sementes são testadas em laboratório por meio de métodos de sanidade já conhecidos para esta finalidade. Uma outra maneira é a inoculação de plantas em condições controladas. Finalmente um outro procedimento mais simplificado de inoculação é a embebição de sementes em suspensão de inoculo ou o contato direto das sementes com colônias do patógeno em desenvolvimento sob condições de laboratório (TANAKA et al., 1989; TANAKA; MENTEN, 1991; MACHADO et al., 2001c).

Sementes inoculadas artificialmente garantem a associação dos sintomas com o verdadeiro agente causal e podem ser utilizadas para estudos de testes de patogenicidade, resistência de cultivares a determinados patógenos transmitidos por sementes e pelo solo, além de avaliação da eficácia do tratamento sanitário de sementes e outras finalidades (AGARWAL; SINCLAIR, 1987; TANAKA; MENTEN, 1991; MACHADO, 2000).

A técnica de condicionamento hídrico é um dos procedimentos dos mais utilizados recentemente para inoculação de patógenos em sementes com inúmeras vantagens. Esta técnica consiste em dispor as sementes sobre a colônia fúngica crescida em meio de cultura (substrato) modificado através da adição de solutos, como o MgSO<sub>4</sub>, NaCl, MgCl<sub>2</sub>, glicerol, manitol e polietileno glicol necessários para que haja impedimento ou atraso na germinação das sementes, entretanto, sem inibir

o crescimento do fungo. Estudos têm demonstrado que a inoculação de sementes, para um grande número de fungos, por meio desta técnica é uma opção eficaz na obtenção de sementes com diferentes níveis de inóculo dos patógenos alvos desta operação (CARVALHO, 1999; COSTA, 2000; MACHADO, 2000; CARVALHO, 2001; MACHADO et al., 2001a; 2001b; 2001c).

O uso do manitol como restritor hídrico tem sido frequente para inoculação de fungos em sementes permitindo o contato do patógeno com as sementes por maior tempo sem que haja a protrusão radicular das mesmas, favorecendo uma porcentagem maior de infecção (COSTA, 2000; MACHADO, 2000).

## **2.7 Métodos de detecção de patógenos em sementes de soja**

Através do teste de sanidade de sementes é possível a determinação da condição sanitária de um lote de sementes, fornecendo informações para programas de certificação, serviços de vigilância vegetal, tratamento de sementes, melhoramento de plantas e outras finalidades (HENNING, 1994; MACHADO, 2000).

Diversos testes de laboratório são utilizados para detecção da qualidade sanitária das sementes e o tipo de cada teste dependerá do patógeno a ser detectado, da espécie da semente e do objetivo final do teste. O método do papel de filtro ou *Blotter test* é o método mais utilizado para detecção de fungos em sementes de soja e recomendado pela International Seed Testing Association (ISTA) (GOULART, 2018).

De maneira mais usual, o 2,4-D (2,4-diclorofenoxiacetato de sódio ou potássio) tem sido utilizado em testes de sanidade para inibir ou impedir a germinação em sementes de plantas dicotiledôneas e o método de congelamento (-20°C) em sementes de monocotiledôneas. Porém, o uso do 2,4-D apresenta risco para os operadores por ser carcinogênico, além de efeito fungitóxico, dependendo das concentrações utilizadas. O método do congelamento “freezer” tem mostrado limitações quando um maior número de amostras precisa ser analisado (MACHADO, 1988; COUTINHO & MACHADO, 2002).

Em testes de incubação em papel “blotter” em meio ágar para detecção de fungos, a germinação das sementes muitas vezes não é desejada devido a possíveis contaminações secundárias e tornar o processo de avaliação mais oneroso (MACHADO, 1988). Assim, a técnica da restrição hídrica do substrato tem sido

empregada em diversos estudos visando a inibição da germinação das sementes submetidas a esse teste, em substituição ao 2,4-D e ao congelamento “freezer” (COUTINHO, 2000).

Além dos métodos tradicionais (*Blotter test*) para detecção de patógenos, encontram-se na literatura vários trabalhos com uso de ferramentas moleculares, como PCR e qPCR, que quando bem estabelecidos se tornam mais eficientes e rápidos, não exigindo conhecimento taxonômico e possibilitando identificação e quantificação de diferentes patógenos (CHEN et al., 2006; DEBODE et al., 2009; YANG et al., 2015; GADAGA et al., 2018).

## 2.8 Tratamento de sementes

Tratamento de sementes pode ser entendido como a aplicação de substâncias e processos que possam melhorar ou garantir o desempenho das sementes e consequentemente permitir o máximo potencial genético da cultura em questão (PARISI; MEDINA, 2014).

O negócio do tratamento de sementes a nível mundial gira em torno de 5,33 bilhões de dólares anuais sendo assim distribuídos: 38% na América do Norte, 24,6% na América do Sul, 26,4% na Europa e 11% na região Ásia-Pacífico. A maior participação das Américas está relacionada à adoção de alta tecnologia nas culturas de milho e soja, além do crescimento contínuo de área cultivada (NUNES, 2016).

De acordo com Balardin et al. (2011), para a cultura da soja, quando em condições desfavoráveis à germinação e emergência em virtude do clima e solo inapropriados, o tratamento de sementes é uma alternativa eficiente, pois garante populações adequadas de plantas.

Carvalho e Nakagawa (2012), relataram que o controle de patógenos associados à semente pode ser através de seleção de cultivares; seleção de áreas; práticas culturais (rotação de culturas, sementes sadias, uso de fungicidas, etc.); inspeções de campo; eliminação durante o beneficiamento de escleródios associados às sementes defeituosas ou associados a fragmentos de hospedeiros, partículas de solo, sementes e pedaços de plantas invasoras. Além destes, há o tratamento direto das sementes, que podem ser realizados por métodos biológicos, físicos e químicos.

Para evitar a disseminação de doenças na soja, é imprescindível que se utilize sementes sadias, ou ainda, que se realize o tratamento de sementes, uma prática

eficiente, utilizada para manter a uniformidade e a qualidade das plântulas em campo (LAZAROTTO, 2010).

O tratamento de semente pode ser considerado como um "seguro", especialmente em culturas de maior valor, devido à proteção proporcionada contra os agentes patogênicos e de custo relativamente baixo quando comparado ao preço da semente. Além disso, o uso de forma consistente pode reduzir o inóculo transmitido pelas sementes ao longo do tempo tornando o tratamento interessante aos agricultores (LAMICHHANE et al., 2020).

Quando comparado com sistemas de tratamento por vias aéreas, o tratamento de sementes é menos prejudicial ao meio ambiente, devido ao fato do uso de produtos com dosagens menores e dos compostos estarem em contato direto com o sítio alvo do tratamento (PARISI; MEDINA, 2014).

A utilização do tratamento químico com fungicidas é a forma mais empregada no controle de patógenos de sementes, sendo um método econômico e de fácil execução (MACHADO, 2000), tendo como princípio de controle a erradicação dos patógenos já estabelecidos na semente ou a proteção da mesma contra possíveis ataques de patógenos já presentes no solo no momento da semeadura, além de ser uma importante ferramenta de estratégia no controle integrado de diversas doenças de importância econômica (GOULART, 2018).

O registro do uso de fungicidas em sementes data do início na década de 20, com o uso de organomercuriais (MENTEN et al., 2005). Em meados da década de 30, surgiu o fungicida do grupo dos ditiocarbamatos (Thiram) e posteriormente, o heterocíclico (Captan). A partir de 1960, diversos fungicidas dos grupos dos benzimidazóis (carbendazim, thiabendazol, tiofanato metílico), triazóis (triadimenol, tolyfluanid, fludioxonil), surgiram, trazendo grande avanço no tratamento químico de sementes (PARISI; MEDINA, 2014). Em 1981, o tratamento de sementes de soja com fungicida foi oficialmente recomendado, abrangendo a maioria dos estados produtores, com exceção dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, onde a técnica foi utilizada a partir de 1983 (KRZYZANOWSKI et al., 2006).

Para escolha adequada do fungicida a ser usado no tratamento de semente, deve-se levar em conta a eficiência na erradicação ou supressão dos patógenos presentes nas sementes, não toxicidade às plantas, ao homem e ao meio ambiente, além de estabilidade, boa aderência e cobertura e compatibilidade com os demais produtos químicos (LUCCA FILHO, 2006).

O principal efeito do tratamento de sementes de soja com fungicidas é observado em sua fase inicial do desenvolvimento ocorrendo uma eficiente proteção nos primeiros 15 dias após a emergência, proporcionando a obtenção de populações adequadas de plântulas em função da uniformidade na germinação e emergência (GOULART, 2018). Ao contribuir para a manutenção do estande e reduzindo a taxa de disseminação dos patógenos, o tratamento de sementes ajuda na otimização da produção ao final do ciclo da cultura (FARIA et al., 2003; LASCA et al., 2005; MENTEN et al., 2005).

A inexistência dessa proteção inicial pode influenciar diretamente na produtividade, com redução significativa na lucratividade do agricultor (BUZZERIO, 2010).

A utilização de misturas de fungicidas sistêmicos e de contato é cada vez mais recomendada, pois propicia uma melhor proteção à semente contra fungos de solo, de armazenamento e os transmitidos por sementes. Além disso, tecnologias como aplicação de polímeros no tratamento de sementes, garantem melhor aderência e distribuição dos produtos químicos nas sementes, aumentando a qualidade do tratamento (KRZYZANOWSKI et al., 2018).

Atualmente dois modelos de tratamento de sementes são empregados no Brasil, o tratamento “ON FARM” e o tratamento de sementes industrial (TSI). O tratamento “ON FARM”, realizado diretamente na Fazenda, surgiu de maneira improvisada e precária, utilizando-se produtos sem conhecimento e realizado por pessoas sem nenhum tipo de treinamento específico (NUNES, 2016). De acordo com a Reunião de Pesquisa de Soja (2017), até a safra 2016/2017, 98,2% das sementes de soja foram tratadas com fungicidas, sendo 25,6% através do tratamento de sementes industriais (TSI) e 72,6% pelo tratamento “ON FARM”. Por outro lado, o TSI garante o máximo de eficiência dos produtos utilizados e a qualidade das sementes, com mínimo risco para os operadores, enquanto nas últimas décadas, a maioria do tratamento de sementes foi realizado nas propriedades comprometendo tanto a qualidade das sementes como a saúde do operador (ZAMBOM, 2013).

Diversos fatores podem influenciar na qualidade do tratamento químico das sementes tais como espécie, tamanho, tipo de formulação do produto utilizado, tipo de tecnologia empregada no tratamento, condições ambientes etc.

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012) sementes com maior vigor respondem de maneira mais favorável aos tratamentos químicos com fungicidas, enquanto sementes de menor vigor tendem a não responder ao tratamento.

## **2.9 Influência do tamanho da semente no tratamento químico**

A classificação por largura, através de peneiras, resultam em lotes de sementes de tamanhos diferentes e, conseqüentemente, também em pesos e áreas de cobertura distintas, podendo afetar a qualidade ou desempenho do tratamento químico das sementes.

A dose dos produtos via tratamento de sementes geralmente recomendada em bulas, especialmente em soja, é definida em mililitros de produto comercial por cem quilogramas de sementes ( $\text{mL} \cdot 100 \text{ kg}^{-1}$  de sementes), entretanto, não leva em conta o tamanho das sementes, afetando o número de sementes por peso, a área a ser semeada por peso e conseqüentemente a quantidade de produto por área (LUDWIG, 2017).

Segundo Nunes (2016), a recomendação de produtos químicos em tratamento de sementes por unidade de sementes em substituição ao peso é esperada como evolução tecnológica para a soja. Ao se tratar dois lotes de tamanhos de sementes diferentes usando a recomendação em  $\text{mL} \cdot 100 \text{ kg}^{-1}$  de sementes, sem levar em consideração o peso de mil sementes (PMS), as sementes menores tendem a receber menos produto do que as maiores, visto que, há mais grãos por unidade de peso.

De acordo com Carvalho et al. (2004), a incorporação de produtos em lotes de sementes de tamanhos diferentes pode levar a uma superdosagem ou subdosagem destes produtos, além de serem raros os trabalhos levando em consideração a relação da dose de fungicidas com área superficial de contato das sementes.

Em estudo realizado por Carvalho et al. (2004), avaliando eficácia de diferentes doses de fungicidas em tratamento de sementes de milho no controle de *Stenocarpella maydis* em diferentes peneiras, chegou à conclusão de que a eficácia do tratamento pode ser influenciada pelo tamanho das sementes.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado no Laboratório e Casa de Vegetação de Tratamento de Sementes da Corteva Agriscience™, situado na Estação Experimental, localizada na cidade de Mogi Mirim – SP.

#### **3.1 Origem das sementes**

Foram utilizados 2 lotes de sementes da cultivar de soja 97R50, categoria genética, fornecidas pela empresa Pioneer, classificadas em 2 peneiras distintas. Semente pequena (peneira 1 - 5,5 mm) e semente grande (peneira 2 - 6,5 mm).

#### **3.2 Obtenção e multiplicação do isolado fúngico**

No presente estudo foi utilizado o isolado de *Fusarium pallidoroseum*, cedido pela Universidade Federal de Lavras, pertencente à Coleção Micológica do Laboratório de Patologia de Sementes (CMLAPS). O isolado foi repicado e transferido para placas de Petri de 9 cm de diâmetro contendo meio BDA (batata, dextrose e ágar) autoclavado, e incubados à temperatura de 25°C com fotoperíodo de 12 horas, e mantidos em câmara incubadora do tipo BOD, durante 7 dias para a multiplicação do fungo.

#### **3.3 Preparo e inoculação das sementes**

A inoculação das sementes foi realizada pela metodologia de condicionamento hídrico descrita por Machado et al. (2012), Após a multiplicação inicial, o fungo foi novamente repicado e transferido para placas de 15 cm de diâmetro, contendo meio BDA modificado osmoticamente, através da adição do soluto Manitol com potencial hídrico de -1,0 MPa, ajustado pelo software SPPM (MICHELE; RADCLIFFE, 1995). As placas foram incubadas à temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas, por 14 dias. Após o crescimento do fungo, as sementes de soja das duas peneiras foram dispostas em camada única sobre o substrato e levemente pressionadas, de modo a manter o maior contato possível da superfície da semente com a colônia fúngica. As placas foram mantidas em câmaras BOD durante 36 horas à temperatura de 25°C e

fotoperíodo de 12 horas. Após o tempo de incubação as sementes inoculadas foram dispostas em bandejas com papel filtro para secagem durante 24 horas em temperatura ambiente (Figura 2).

**Figura 2 - Processo de inoculação de sementes. A - Crescimento do fungo após incubação; B - Disposição das sementes sobre a colônia fúngica; C - Secagem das sementes em bandejas plásticas.**

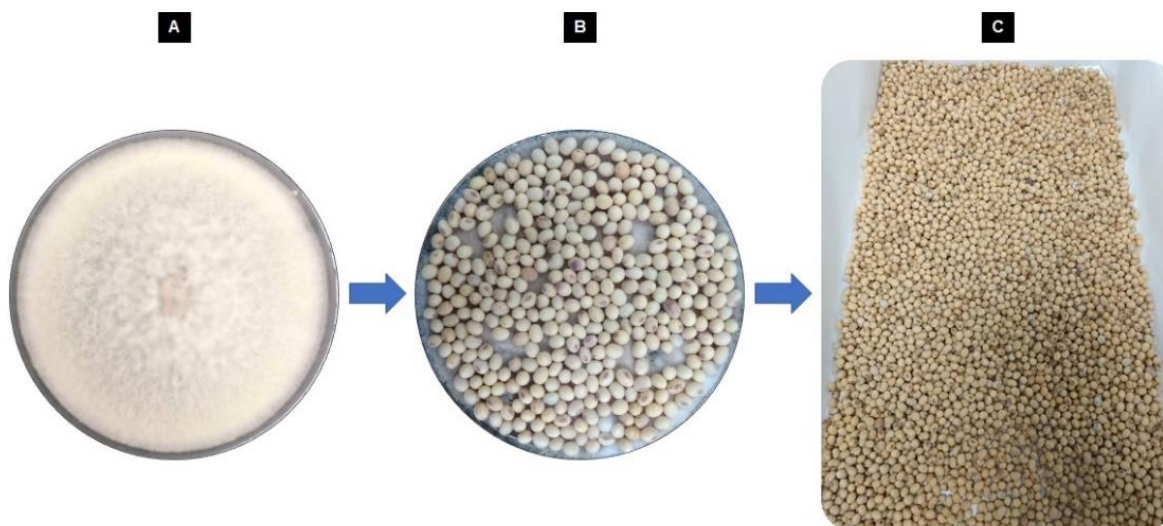


Foto: Alexandre D. Barbosa - 2019

### 3.4 Tratamento químico das sementes

Após inoculação e secagem das sementes, foi realizado o tratamento químico com os fungicidas: Picoxistrobina + Ipconazole + Oxathiapiprolim (PIO) e Metalaxil-M + Fludioxonil (MF) com 2 peneiras distintas: 5,5mm e 6,5mm e mais 2 tratamentos sem aplicação: testemunha inoculada (TESTI) com o fungo e testemunha sem inoculação do fungo (TESTSI) (Quadro 1). As sementes de todos os tratamentos foram incubadas em placas de Petri contendo o meio Manitol independente da inoculação ou não do fungo, para que todos os tratamentos tivessem a mesma condição de restrição hídrica. O tratamento foi realizado no equipamento HEGE 11, ano de fabricação 2014, capacidade de 3 dm<sup>3</sup> e velocidade de rotação de 1200 rpm. O volume de calda final foi padronizado para 500 ml/100kg de sementes, adicionando água quando necessário para completar o volume final. Para a dosagem do volume de calda foram utilizadas seringas descartáveis e a calda dispensada sobre o atomizador do equipamento com as sementes em rotação, até completa homogeneização do tratamento.



**Quadro 1 - Tratamento de sementes com fungicidas, concentração, doses (ml de p.c./100 Kg de sementes e micrograma de ia/semente), em função da peneira**

Tratamento	Fungicida	Dose (ml de p.c./100 Kg de sementes)	Dose (micrograma de ia/semente)	Concentração (g/ml)	Peneira (mm)	PMS (g)
1	Picoxistrobina + Ipconazole + Oxathiapiprolim	25	12,57	0,382	5,5	131,6
2	Picoxistrobina + Ipconazole + Oxathiapiprolim	25	16,83	0,382	6,5	176,2
3	Picoxistrobina + Ipconazole + Oxathiapiprolim	35	17,60	0,382	5,5	131,6
4	Picoxistrobina + Ipconazole + Oxathiapiprolim	35	23,56	0,382	6,5	176,2
5	Metalaxil-M + Fludioxonil	100	4,61	0,035	5,5	131,6
6	Metalaxil-M + Fludioxonil	100	6,17	0,035	6,5	176,2
7	Picoxistrobina + Ipconazole + Oxathiapiprolim	33,46	16,83	0,382	5,5	131,6
8	Picoxistrobina + Ipconazole + Oxathiapiprolim	46,85	23,56	0,382	5,5	131,6
9	Metalaxil-M + Fludioxonil	133,90	6,17	0,035	5,5	131,6
10	Testemunha inoculada	---	---	---	5,5	131,6
11	Testemunha inoculada	---	---	---	6,5	176,2
12	Testemunha sem inoculação	---	---	---	5,5	131,6
13	Testemunha sem inoculação	---	---	---	6,5	176,2

Na definição dos tratamentos considerou-se os seguintes fatores: fungicidas e doses para controle de *Fusarium* (Picoxistrobina + Ipconazole + Oxathiapiprolim nas doses de 25 e 35 ml/100kg de sementes e Metalaxil-M + Fludioxonil na dose de 100 ml/ 100kg de sementes) e tipo de peneira (5,5 mm e 6,5 mm), além das testemunhas inoculadas com o fungo e as testemunhas não inoculadas.

Nos tratamentos T7, T8 e T9 foi realizada uma uniformização das dosagens a fim de retirar o efeito de subdosagem proporcionada pela menor peneira, onde as doses recomendadas e de estudo do presente trabalho em ml/100kg de sementes foram convertidas em microgramas de ingrediente ativo por semente pela multiplicação da concentração dos produtos x a dose especificada e levando-se em conta o número de sementes presentes em 100kg de sementes pelo peso de mil sementes (PMS) de cada peneira. A partir desses valores, os tratamentos da peneira de 5,5 mm foram corrigidos em função das doses da peneira 6,5 mm, tornando as

doses em microgramas de ingrediente ativo/sementes iguais, mas tirando o efeito de subdosagem da menor peneira.

Após a secagem das sementes ainda na cuba, as mesmas foram retiradas e colocadas em sacos de papel específicos para armazenamento de sementes e levadas para câmara fria e seca até o momento da implementação dos testes.

### **3.5 Testes de Laboratório**

#### **3.5.1 Teste de germinação**

O teste de germinação foi realizado através do método do rolo de papel (tipo Germitest), com 3 folhas umedecidas com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso dos papéis secos. Foram utilizadas 8 repetições de 25 sementes distribuídas de forma equidistante sobre o substrato de papel. Os rolos de papel foram colocados em germinador, à temperatura de 25 °C +/- 2 °C e fotoperíodo de 12 horas. As avaliações foram realizadas aos oito dias, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009a), sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

#### **3.5.2 Teste de sanidade *Blotter test***

O teste utilizado foi o de incubação em substrato de papel modificado - *Blotter test*. Foram distribuídas 200 sementes por tratamento, de maneira equidistante em placas de Petri de 15 cm de diâmetro, sendo oito repetições de 25 sementes/placa, em delineamento inteiramente casualizado. As placas continham 3 discos de papel de filtro previamente esterilizados e embebidos em solução contendo o restritor hídrico manitol, ajustado a -1,0 MPa de acordo com o software SPPM (MICHEL; RADCLIFFE, 1995). As placas foram incubadas em câmaras tipo BOD durante 10 dias à temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas. As sementes foram analisadas no microscópio estereoscópico verificando-se a incidência de *F. pallidoroseum*.

### 3.6 Ensaio em Casa de Vegetação

Para os testes de avaliação de estande inicial e estande final, Índice de Velocidade de Emergência (IVE), altura de plantas, peso de matéria seca e análise de sistema radicular de plântulas emergidas, foram semeadas 120 sementes de soja para cada tratamento em vasos plásticos com volume de 90 ml, dispostos em bandejas plásticas. Os vasos foram preenchidos com areia e argila autoclavados na proporção de 2:1 respectivamente, sendo 30 vasos por bandeja/tratamento, correspondente a uma repetição com delineamento em blocos ao acaso e posteriormente irrigados de maneira uniforme.

#### 3.6.1 Avaliação de estande inicial e final

Aos 6 e 28 dias após a semeadura o número de plântulas emergidas foram computadas para a obtenção do estande inicial e final e os resultados expressos em porcentagem.

#### 3.6.2 Índice de velocidade de emergência

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi avaliado através de contagens diárias de plântulas emergidas até a sua estabilização. As plântulas foram consideradas emergidas após o surgimento dos cotilédones acima do nível do solo. A contagem foi feita até a estabilização do número dessas plântulas, por três leituras consecutivas. O índice de velocidade de emergência foi calculado de acordo com a fórmula descrita por Maguire (1962):

$$IVE = \sum_{i=1}^n Ni/Di$$

Onde:

IVE = índice de velocidade de emergência; Ni = número de plântulas emergidas na 1ª contagem, 2ª contagem, enésima contagem, respectivamente; Di = número de dias após semeadura na 1ª contagem, 2ª contagem, ... enésima contagem, respectivamente.

### 3.6.3 Altura de plântulas

A altura das plântulas foi realizada aos 28 dias após emergência, considerando-se 80% do número da contagem do estande final das plantas por repetição, sendo medidas da região do colo até o ápice foliar com o auxílio de uma régua graduada.

### 3.6.4 Peso de matéria seca da parte aérea e das raízes de plântulas

Após a medição da altura aos 28 dias, as plântulas foram cortadas na região do colo separando a parte aérea das raízes e a seguir levadas a uma estufa de secagem com fluxo de ar forçado, à temperatura de 60°C por 72 horas. Após esse período o material foi pesado em balança semi-analítica e os resultados expressos em gramas.

### 3.6.5 Análise das características do sistema radicular

Após separação da parte aérea, as raízes foram lavadas e dispostas em bandeja acrílica de 20 cm de largura por 30 cm de comprimento contendo filme de água. A bandeja foi disposta sob o Scanner Epson 10000-XL (Epson America, Inc., Long Beach, CA, USA) e sua imagem digitalizada com resolução de 300 dpi. As imagens foram analisadas através do software pago WhinRhizo ProVersion Root Imaging Software (Regent Instruments, Quebec, Canada). As características avaliadas foram: comprimento de raiz (cm) e volume de raiz (cm<sup>3</sup>).

### 3.6.6 Índice de doença

A ocorrência de *F. pallidoroseum* no cultivo da soja foi avaliada ao longo dos 28 dias utilizando-se uma escala arbitrária com as seguintes notas: 0 – plântulas assintomáticas; 1 – plântulas emergidas com sintomas nos cotilédones, hastes e/ou folhas e 3 – sementes ou plântulas mortas em pré- emergência. Os valores anotados foram inseridos na fórmula de índice de doença (ID) proposta por McKinney (1923) que expressa valores médios percentuais de danos atribuídos à doença em avaliação:

$$ID = \frac{\sum(f.v)}{n.x} \cdot 100$$

Onde:

ID = Índice de doença (%);

f = número de plantas com determinada nota;

v = nota observada;

n = número total de plantas avaliadas e x = grau máximo de infecção.

### 3.6.7 Avaliação da taxa de transmissão de *F. pallidroseum* pelas sementes

Foi avaliada diariamente, a emergência de plantas sintomáticas e assintomáticas da doença em questão. Plantas sintomáticas foram assepticamente colocadas e incubadas em placas de Petri contendo o meio BDA para a confirmação da presença de *F. pallidroseum* nos tecidos avaliados. Após 28 dias da semeadura (das), todas as plântulas assintomáticas foram coletadas e cortadas em fragmentos de 2 cm de extensão na altura do colo, inserção dos cotilédones com o caule, última inserção das folhas e raízes. Posteriormente os fragmentos foram desinfetados em solução de álcool 70% por 30 segundos, seguidos de hipoclorito de sódio 1% por 30 segundos, enxaguados 3 vezes em água destilada esterilizada e secos em papel filtro esterilizado. Os fragmentos foram dispostos em placas de Petri contendo meio BDA e incubadas à temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas. A avaliação ocorreu aos 7 dias após incubação, sendo os fragmentos analisados de maneira individual no microscópio estereoscópico observando-se a presença de estruturas características do fungo.

A determinação da taxa de transmissão foi calculada baseada na fórmula Teixeira e Machado (2003):

$$TT(\%) = \frac{IR(\%)}{IS(\%)} \cdot 100$$

Onde,

TT = taxa de transmissão total

IR (%) = taxa de infecção de *F. pallidoroseum* nos fragmentos (caule e raiz) após 28 dias de cultivo;

IS (%) = incidência de *F. pallidoroseum* em sementes inoculadas, baseado no teste de sanidade.

### 3.7 Análises estatísticas

As análises estatísticas dos dados foram feitas com o programa SAS<sup>®</sup> Analytics (SAS University Edition, 2018). A análise da variância (ANOVA) dos dados de germinação (GE), incidência (I), estande inicial e final (EI e EF), índice de velocidade de emergência (IVE), peso aéreo seco (PAS), peso seco de raiz (PSR), altura, morte em pré-emergência, porcentagem de plantas sintomáticas e taxa de transmissão total do fragmentos (caule e raiz) (TTC e TTR), foram realizados individualmente para cada produto, além dos controles (testemunha inoculada e testemunha sem inoculação) no esquema de fatorial incompleto, sendo para o produto Picoxistrobina + Ipconazole + Oxathiapiprolim: 2 x 6 (dose de 25 ml/100kg, peneiras 5,5 e 6,5 mm; dose de 35 ml/100kg - peneiras 5,5 e 6,5 mm; dose de 33,46 ml/100kg - peneira 5,5 mm e dose de 46,85 ml/100kg – peneiras 5,5mm. Para o produto Metalaxil-M + Fludioxonil: 2 x 3 (dose de 100 ml/100kg – peneiras 5,5 e 6,5 mm; dose 133,5 – peneira 5,5 mm) com base no teste F a 5 % de probabilidade.

Foram feitas análises de variância e comparações de médias pelo teste de Tukey para os tratamentos, considerando como variáveis dependentes. Para a taxa de transmissão total, consideraram-se todos os percentuais das taxas de transmissão de plântulas sintomáticas e assintomáticas e morte em pré-emergência.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância para o teste de germinação padrão das sementes inoculadas tratadas e não inoculadas foram significativas ( $p < 0,05$ ) somente para variável dose (em ambos os produtos PIO e MF), em relação ao efeito de peneira e interação entre dose e peneira não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ). Na análise referente ao teste de sanidade das sementes inoculadas e não inoculadas houve efeito significativo nas diferentes doses do fungicida Metalaxil-M + Fludioxonil ( $p < 0,01$ ), e nas peneiras referentes ao tratamento PIO ( $p < 0,05$ ) utilizado em estudo, ainda de acordo com a análise não houve efeito significativo na interação entre ambas variáveis no teste de sanidade.

### 4.1 Efeito de *F. pallidoroseum* nas sementes e plântulas de soja

As diferentes doses de PIO (25, 35, 33,5 e 46,85 ml/ 100 kg de sementes) e MF (100 e 133,50 ml/100 kg de sementes) utilizadas em estudo, provocaram efeitos na germinação padrão nas sementes de sojas tratadas. Com base nos resultados, as doses de PIO e o tratamento MF na dose 100 ml/100 kg de sementes, apresentaram os melhores resultados na porcentagem de germinação, média de 53,00, 52,00 e 63,25% para o produto PIO (Tabela 1) e 55,00% para o MF (Tabela 2), respectivamente, em comparação à testemunha inoculada (TESTI).

As menores porcentagens de germinação são observadas nas doses corrigidas dos dois fungicidas PIO-46,85 e MF-133,9 ml/ 100 kg de sementes. Comparando-se os tratamentos foi verificado efeitos negativos na germinação padrão em ambas as doses corrigidas, ou seja, o fator dose, possivelmente, influenciou na redução da germinação em mais de 50% quando comparados à testemunha sem inoculação e não diferindo estatisticamente da testemunha inoculada com o fungo. Segundo Carvalho et al. (2004) a eficácia do tratamento pode ser comprometida com as variações na concentração dos fungicidas em função da área superficial de determinadas sementes.

Soares et al. (2019), utilizando diferentes formas de tratamento e tamanho de sementes, comprovaram em seu experimento, no teste de germinação, o efeito dos fungicidas e inseticidas nas sementes de soja oriundas de peneira 5,5 e 6,5 mm. O mesmo fato foi comprovado por Bays et al. (2007) e Ludwig et al (2011b), ambos

autores afirmam que a redução da germinação pela adição de um fungicida, provavelmente, ocorreu devido às altas concentrações dos ingredientes ativos causando, possivelmente, efeito fitotóxico nas sementes, prejudicado assim a germinação das mesmas.

Diversos trabalhos sobre a qualidade do tratamento de sementes foram realizados, entretanto, as informações sobre o efeito de diferentes doses na área superficial das sementes ainda não são consideradas e ou encontram-se desatualizadas. De acordo com informações existentes na bula, a dose recomendada, de um determinado produto, é definida pelo peso das sementes desconsiderando, assim o tamanho das mesmas (LUDWIG, 2017).

No teste de sanidade (Tabela 2 e 3), a incidência da espécie de *Fusarium* foi alta no tratamento com MF, indicando o poder de infecção e colonização deste patógeno e a importância de *F. pallidoroseum* em associação com sementes de soja. A elevada incidência aliada a outros fatores, podem ser responsáveis por reduções do potencial germinativo das sementes e de outras variáveis analisadas. Em relação às peneiras, no tratamento com fungicida PIO (Tabela 3), observam-se que na peneira de 6,5 mm a incidência de *Fusarium* foi menor, média de 39,62%, em comparação com a peneira de 5,5 mm, onde a porcentagem de incidência média foi de 57,17%.

Resultados semelhantes foram encontrados por Carvalho et al. (2004). Esses autores verificaram a influência, significativa, do aumento do tamanho das sementes de milho na incidência de *Stenocarpella maydis*, fato esse, devido a maior superfície de contato das sementes proporcionada ao micélio do fungo inoculado. Em contrapartida a este estudo, Piccinin et al. (2012), avaliando a incidência de fungos entre cultivares e os tamanhos das sementes de soja (peneira 5,5 e 6,5 mm), observaram uma elevada presença de espécies *Fusarium* e *Phomopsis sojae* nas sementes oriundas da maior peneira.



**Tabela 1 - Germinação padrão em sementes de soja oriundas de tamanho de peneira 5,5 e 6,5 mm e tratadas com Picoxistrobina + Ipconazole + Oxathiapiprolim (PIO) nas doses de 25 e 35 ml / 100 kg de sementes e nas doses corrigidas de 33,46 e 46,85 ml/100 kg de sementes; Testemunha inoculada (TESTI) e testemunha sem inoculação (TESTSI)**

PIO	
Doses (ml/100kg de sementes)	Germinação (%)
25	53,00 bcd
33.46	52,00 bcd
35	63,25 b
46.85	38.50 cd
TESTI	35,75 c
TESTSI	82,875 a

**Efeito significativo: Dose (p<0,05)**

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram pelo teste de Tukey 5% de probabilidade (p<0,05).

**Tabela 2 - Germinação padrão e Incidência de *Fusarium pallidoroseum* em sementes de soja oriundas de tamanho de peneira 5,5 e 6,5 mm e tratadas com Metalaxil-M + Fludioxonil (MF) nas doses de 100 ml/100kg de sementes e dose corrigida 133,90 ml/100 kg de sementes; Testemunha inoculada (TESTI) e testemunha sem inoculação (TESTSI)**

MF		
Doses (ml/100kg de sementes)	Germinação (%)	Incidência de <i>F. pallidoroesum</i> (%)
100	55,00 b	98,5 a
133.9	38,50 c	99,5 a
TESTI	35,75 c	99,5 a
TESTSI	82,875 a	1,5 a

**Efeito significativo**

**(p<0,05)**

**(p<0,01)**

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram pelo teste de Tukey 5% de probabilidade (p<0,05).

**Tabela 3 - Incidência de *Fusarium pallidoroseum* em sementes de soja oriundas de tamanho de peneira 5,5 e 6,5 mm e tratadas com Picoxistrobina + Ipconazole + Oxathiapiprolim (PIO)**

PIO	
Peneira (mm)	Incidência de <i>F. pallidoroseum</i> (%)
5,5	57,17a
6,5	39.62b

**Efeito significativo**

**(p<0,05)**

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram pelo teste de Tukey 5% de probabilidade (p<0,05).

Nos resultados das análises de variância de índice de velocidade de emergência (IVE), peso aéreo seco (PAS), peso seco de raiz (PSR) e altura de plantas, quando as sementes foram inoculadas com *Fusarium pallidoroseum*, revelaram-se significativas (p<0,01) para variável dose (Tabela 4 e 5). O efeito de peneira, de acordo com a Anova, apresentou efeito significativo (p<0,01) na altura de

planta para os tratamentos com MF e PIO e no peso seco de raiz somente para os tratamentos com fungicida PIO. Não houve efeitos significativos nas análises de estande inicial e final.

Na avaliação índice de velocidade de emergência, verificou-se uma relação entre os tratamentos de sementes com diferentes doses utilizado neste estudo (Tabela 4). Observa-se que no tratamento com MF os valores das duas doses foram superiores à testemunha inoculada, apresentando média de 9,21 e 8,03 plantas, enquanto na testemunha inoculada o índice foi de 6,75 plantas.

Em trabalhos realizados anteriormente, o tratamento químico com fungicidas, por exemplo com Fipronil + Piraclostrobina + Tiofanato Metílico, Fludioxonil, Thiabendazole, e outros, de forma isolada ou em mistura, proporcionou altos valores de emergência (BRZEZINSKI et al., 2015). Estes resultados benéficos foram diferentes dos encontrados por Rezende e Juliatti (2010), que afirmaram que não houve influência dos tratamentos de sementes utilizados em relação à emergência das plantas utilizando outros produtos.

A avaliação de PAS quando se utilizou o fungicida PIO (Tabela 5), as doses 25, 33,46 e 46,85 ml/100kg de sementes proporcionaram maiores valores médios de peso quando comparados a testemunha inoculada, já nos tratamentos com MF não houve diferença entre as doses padrão e a dose corrigida. No PSR para o produto PIO (Tabela 5) observa-se que a dose de 35 ml/100 kg de sementes foi mais eficiente quando comparada aos outros tratamentos e à testemunha inoculada, apresentando maior peso de massa seca. Ainda na avaliação de PSR, houve aumento do peso seco de acordo com o aumento da peneira (6,5 mm).

Para altura (Tabela 5), destaque para a dose 35 ml/100 kg de sementes que proporcionou altura média de 41,42 cm, aproximadamente três vezes maior que as outras doses e a testemunha inoculada. Observa-se uma variação entre os tratamentos quando se compara os tamanhos de peneira, nesta variável o destaque foi nas plantas de soja oriundas da peneira 6,5 mm em ambos os produtos (Tabela 5 e 6).

Carvalho et al. (2004), observaram, que os valores de peso de matéria seca da parte aérea, na menor peneira, não foi influenciado pelas doses do fungicida, o que pode ser entendido, pela relação número de sementes/peso, que nessa amostra houve menor concentração do produto fungicida/semente. Neste ensaio, houve variações entre os tratamentos, entretanto, diferente do relatado por Carvalho et al.

(2004), outros fatores, além do tamanho de peneira, possivelmente, influenciaram estas variações.

**Tabela 4 - Índice de velocidade de emergência (IVE), Peso aéreo seco (PAS), Peso seco de raiz (PSR) e altura de plantas de soja oriundas de dois tamanhos de peneira 5,5 e 6,5 mm, inoculadas com *Fusarium pallidorozeum* e tratadas com Metalaxil-M + Fludioxonil (MF) nas doses de 100 ml e dose corrigida de 133,90 ml; Testemunha inoculada (TESTI) e testemunha sem inoculação (TESTSI)**

MF				
Dose (ml/100kg de sementes)	IVE	PAS (g)	PSR (g)	Altura (cm)
100	9,21 AB	7,56 B	3,31 AB	14,20 B
133.9	8,03 BC	6,75 B	2,94 BC	13,34 B
TESTI	6,75 C	6,02 B	2,38 C	13,88 B
TESTSI	11,19 A	9,93 A	3,80 A	16,32 A
<b>Efeito significativo:</b>	<b>(p&lt;0,01)</b>	<b>(p&lt;0,01)</b>	<b>(p&lt;0,01)</b>	<b>(p&lt;0,01)</b>

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram pelo teste de Tukey 5% de probabilidade (p<0,05).

**Tabela 5 - Índice de velocidade de emergência (IVE), Peso aéreo seco (PAS), Peso seco de raiz (PSR) e altura de plantas de soja oriundas de dois tamanhos de peneira 5,5 e 6,5 mm, inoculadas com *Fusarium pallidorozeum* e tratadas com Picoxistrobina + Ipconazole + Oxathiapiprolim (PIO) nas doses de 25 e 35 ml/100 kg de sementes e nas doses corrigidas de 33,46 e 46,85/100kg de sementes; Testemunha inoculada (TESTI) e testemunha sem inoculação (TESTSI)**

PIO				
Dose (ml/100kg de sementes)	IVE	PAS (g)	PSR (g)	Altura (cm)
25	8,37 cdef	29,51 cd	2,79 ef	14,67 c
33.46	7,28 def	30.01 bcd	2,88 cdef	13,46 c
35	24,24 a	37,63 f	37,43 a	14,42 a
46.85	5,68 f	29,51 cd	2,87 def	13,46 c
TESTI	6,75 ef	24,13 e	2,38 f	13,88 c
TESTSI	11,19 b	44,31 a	3,80 b	16,31 b
<b>Efeito significativo:</b>	<b>(p&lt;0,01)</b>	<b>(p&lt;0,01)</b>	<b>(p&lt;0,01)</b>	<b>(p&lt;0,01)</b>

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram pelo teste de Tukey 5% de probabilidade (p<0,05).

**Tabela 6 - Peso seco de raiz (PSR) e altura de plantas de soja oriundas de dois tamanhos de peneira 5,5 e 6,5 mm, inoculadas com *Fusarium pallidorozeum* e tratadas com Picoxistrobina + Ipconazole + Oxathiapiprolim (PIO) e Metalaxil-M + Fludioxonil (MF)**

Peneira (mm)	PIO		MF
	PSR (g)	Altura (cm)	Altura (cm)
5,5	2,84 b	13,99 b	13,68 B
6,5	3,11 a	15,59 a	15,81 A
<b>Efeito significativo</b>	<b>(p&lt;0,05)</b>	<b>(p&lt;0,01)</b>	<b>(p&lt;0,01)</b>

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram pelo teste de Tukey 5% de probabilidade (p<0,05).

#### 4.2 Transmissão de *F. pallidoroseum* a partir de sementes de soja e Índice de doença

A análise de variância da taxa de transmissão total do caule TTC, quando as sementes de diferentes tamanhos foram inoculadas com *F. pallidoroseum*, foram significativas ( $p < 0,01$ ) nas diferentes doses (PIO e MF) e peneiras (PIO) utilizadas em estudos (Tabela 7, 8, 9 e 10). Em relação aos outros parâmetros, como morte em pré-emergência e porcentagem de plantas assintomáticas não houve efeitos significativos nas variáveis isoladas e interação dose e peneira.

A transmissão de *F. pallidoroseum* a partir de sementes às plantas emergidas com sintomas (sintomáticas) e sem sintomas (assintomáticas) foi confirmada com presença do fungo em tecidos dessas plantas (caule e raiz) por meio de isolamentos realizados em laboratório. Com base nos resultados observa-se que a taxa de transmissão do fungo foram mais altas quando comparadas à morte em pré-emergência (dados não mostrados), apesar de haver diferenças nestas avaliações.

No caule a taxa de transmissão variou de 2,90% a 36,33% (Tabela 7), sendo a dose de 35 do produto PIO o tratamento que proporcionou maior redução na taxa de transmissão no caule e nas doses de 100 e 133,9 (corrigida) do MF. As diferenças nas peneiras, também influenciaram na taxa de transmissão do caule, na peneira 6,5 mm a taxa foi menor em comparação ao valor da peneira 5,5 mm, com uma redução de 7,74%.

Na taxa de transmissão da raiz houve efeito significativo nas interações dose x peneira ( $p < 0,05$ ), os melhores efeitos, ou seja, as maiores reduções foram nos tratamentos com MF, nas doses de 100 e 133,9 ml/100 kg de sementes na peneira 5,5 mm. A porcentagem média da taxa de transmissão foi de 28,3 e 36,7%, respectivamente.

A transmissão é a confirmação da presença de patógenos em sementes e a sua ocorrência pode ocasionar lesões, anormalidades em plântulas, comprometer o estabelecimento de plântulas, deterioração do eixo embrionário, perdas no potencial germinativo e no vigor das sementes, conseqüentemente, afetando a qualidade e o rendimento da produção (PIVETA et al., 2010; MEDEIROS et al., 2013; GOMES et al., 2016; LANNA et al., 2016; PAIVA et al., 2016).

**Tabela 7 - Percentual de taxa de transmissão de plantas de soja oriundas de dois tamanhos de peneira 5,5 e 6,5 mm, inoculadas com *Fusarium pallidorozeum* e tratadas com Picoxistrobina + Ipconazole + Oxathiapiprolim (PIO) nas doses de 25 e 35 ml/100 kg de sementes e nas doses corrigidas de 33,46 e 46,85 ml/100 kg de sementes; Testemunha inoculada (TESTI) e testemunha sem inoculação (TESTSI)**

PIO	
Dose (ml/100kg de sementes)	Taxa de transmissão Total Caule (TTTC) (%)
25	24,83 ab
33.46	15,83 bc
35	2,90 c
46.85	36,33 a
TESTI	30,83 a
TESTSI	5,42 c
<b>Efeito significativo</b>	<b>(p&lt;0,01)</b>

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram pelo teste de Tukey 5% de probabilidade (p<0,05).

**Tabela 8 - Percentual de taxa de transmissão de plantas de soja oriundas de dois tamanhos de peneira 5,5 e 6,5 mm, inoculadas com *Fusarium pallidorozeum* e tratadas com Picoxistrobina + Ipconazole + Oxathiapiprolim**

PIO	
Peneira (mm)	Taxa de transmissão Total Caule (TTTC) (%)
5,5	23,78 a
6,5	16,04 b
<b>Efeito significativo</b>	<b>(p&lt;0,05)</b>

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram pelo teste de Tukey 5% de probabilidade (p<0,05).

**Tabela 9 - Percentual de taxa de transmissão de plantas de soja oriundas de dois tamanhos de peneira 5,5 e 6,5 mm (P5,5), inoculadas com *Fusarium pallidorozeum* e tratadas com Metalaxil-M + Fludioxonil (MF) nas doses de 100 ml/100kg de sementes e dose corrigida de 133,90 ml/100 kg de sementes; Testemunha inoculada (TESTI) e testemunha sem inoculação (TESTSI)**

MF	
Dose (ml/100kg de sementes)	Taxa de transmissão Total Caule (TTTC) (%)
100	22,88 B
133.9	20,00 B
TESTI	30,83 A
TESTSI	5,42 C
<b>Efeito significativo</b>	<b>(p&lt;0,01)</b>

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram pelo teste de Tukey 5% de probabilidade (p<0,05).

**Tabela 10 - Percentual taxa de transmissão de plantas de soja oriundas de dois tamanhos de peneira 5,5 e 6,5 mm, inoculadas com *Fusarium pallidoroseum* e tratadas com Metalaxil-M + Fludioxonil (MF) nas doses de 100 ml/100 kg de sementes e dose corrigida de 133,90 ml/100 kg de sementes; Testemunha inoculada (TESTI) e testemunha sem inoculação (TESTSI)**

Taxa de transmissão Total Raiz (TTTR) (%) - MF		
Dose (ml/100kg de sementes)	Peneira (mm)	
	5,5	6,5
100	28,3 Bb	76,2 Aa
133.9	36,7 BC	-
TESTI	65,8 Aa	61,6 Aa
TESTSI	15,3 Ca	19,7 Ba
<b>P (dose x peneira)</b>	<b>(p&lt;0,05)</b>	

Médias seguidas pela mesma letra não diferiram pelo teste de Tukey 5% de probabilidade (p<0,05).

À exposição das sementes ao fungo aumentou a incidência de *F. pallidoroseum* nas sementes de soja, como observado pelo teste de sanidade, entretanto houve uma variação desse teste com os resultados observados no índice de doença, teste este que avalia os efeitos diretos e indiretos do patógeno a partir de sementes infectadas. Com bases nos resultados, observa-se que o índice de doença variou de 14,81 a 28,75% nas doses dos tratamentos com PIO e 21,25 a 25,00% nas doses com o MF. A maior redução foi na dose 35 ml/100 kg de sementes do fungicida PIO, média de 14,81%, o que resulta numa redução de 62,58% em comparação a testemunha inoculada. Vale ressaltar, que todos os tratamentos apresentaram reduções significativas quando comparados a testemunha inoculada.

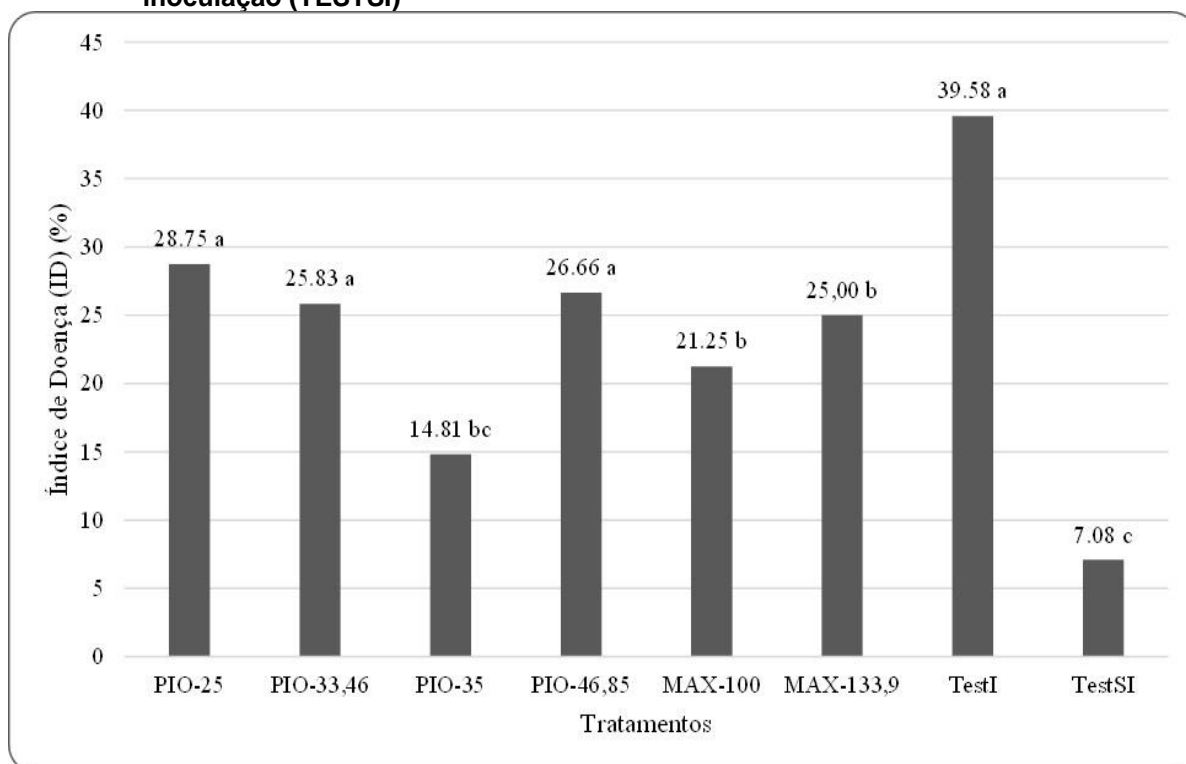
A diferença nos resultados de incidência e índice de doença, pode ser explicada devido ao efeito benéfico proporcionado pelos tratamentos fungicidas utilizados em estudo, pois a eficiência no controle de patógenos em sementes é dependente do método adotado no tratamento, o qual, possivelmente, influenciará diretamente no potencial das mesmas (NOBREGA, 2020).

Em outros patossistemas, é possível observar os benefícios do tratamento de sementes, Sanches et al. (2015) avaliando a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* L.), constataram que o uso de fungicidas foi eficiente no controle de *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Fusarium* spp., e *Colletotrichum gossypii*., os fungicidas Captan® e Carbendazin® utilizados na pesquisa, se mostraram os mais eficientes não apresentando a presença desses fungos.

Cardoso et al. (2015) ao avaliarem a eficiência do tratamento químico em sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), verificaram que os fungicidas Thiram®, Captan® e Piori® promoveram a redução dos fungos *Colletotrichum* spp., *Fusarium* spp., e *Memnoniella* spp.

Os resultados deste ensaio demonstram a relevância da qualidade do tratamento de sementes e seus efeitos nos parâmetros fisiológicos e sanitários das sementes. A relação dose de produtos químicos e tamanho das sementes ainda são escassos na literatura e necessitam de uma maior abordagem sobre o tema.

**Figura 3 - Índice de doença (ID) de plantas de soja oriundas de dois tamanhos de peneira 5,5 (P5,5) e 6,5 mm (P6,5) inoculadas com *Fusarium pallidoroseum* e tratadas com Picoxistrobina + Ipconazole + Oxathiapiprolim (PIO) nas doses de 25 e 35 ml/100 kg de sementes e nas doses corrigidas de 33,46 e 46,85/100kg de sementes e Metalaxil-M + Fludioxonil (MF) nas doses de 100 ml/100 kg de sementes e dose corrigida de 133,90 ml/100 kg de sementes; Testemunha inoculada (TESTI) e testemunha sem inoculação (TESTSI)**



## 5 CONCLUSÃO

As diferentes doses utilizadas do produto fungicida Picoxistrobina + Ipconazole + Oxathiapiprolim e do produto fungicida Metalaxil-M + Fludioxonil, tiveram influência nos parâmetros de qualidade fisiológica e sanitária das sementes, mostrando eficácia dos produtos.

Sementes provenientes de peneiras menores (5,5 mm) tiveram maior incidência do patógeno e taxa de transmissão pelo caule para o produto Picoxistrobina + Ipconazole + Oxathiapiprolim.

Peneiras maiores (6,5 mm) proporcionaram aumento do peso seco de raízes e altura para os dois produtos fungicidas testados.



## REFERÊNCIAS

- AGARWAL, V.K.; SINCLAIR, J.B. **Principles of seed pathology**. Boca Raton: CRC, v.1, 1987.
- ALTOMARE, C. et al. Biological characterization of fusapyrone and deoxyfusapyrone, two bioactive secondary metabolites of *Fusarium semitectum*. **Journal of natural products**, v. 63, n. 8, p. 1131-1135, 2000.
- ARAÚJO, D. V. et al. Influência da temperatura e do tempo de inoculação das sementes de algodão na transmissibilidade de *Colletotrichum gossypii* var. cephalosporioides. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 35-40, jan./fev. 2006.
- AUTORES. REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 36. **Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2008/2009**. Porto Alegre: Fepagro, 2008.
- ÁVILA, W. et al. Influência do tamanho da semente na produtividade de variedades de soja. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 1, n. 2, p. 83-89, 2008.
- BAI, G. H.; DESJARDINS, A. E.; PLATTNER, R. D. Deoxynivalenol-nonproducing *Fusarium graminearum* causes initial infection but does not cause disease spread in wheat spikes. **Mycopathologia**, n. 153: p. 91–98, 2002.
- BALARDIN, R. S. et al. Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 7, p. 1120-1126, jul. 2011.
- BALARDIN, R.S. Situação, importância e perspectivas de evolução da ferrugem asiática nos principais países produtores. In: **Anais IV Congresso Brasileiro de Soja**. p. 94-96, 2006.
- BARBOSA, C. Z. R.; SMIDERLE, O. J. Qualidade de sementes de soja BRS candeia e BRS tracajá produzidas em Cerrados de Roraima, em função do tamanho. In: **REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL**, 30., 2008, Rio Verde. Resumos. Londrina: Embrapa Soja, p. 332-334. (Documentos, 304), 2008.
- BECKERT, O. P.; MIGUEL, M. H.; MARCOS-FILHO, J. Absorção de água e potencial fisiológico em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 04, p. 671-675, 2000.
- BOOTH, C. et al. The genus *fusarium*. **The genus Fusarium**, 1971.
- BRACCINI, A. L. et al. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária da semente de genótipo de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com diferentes graus de impermeabilidade do tegumento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.2, p.195-200, 2003.

- BRASIL. **Manual de Análise Sanitária de Semente**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Mapa., p.200, 2009b.
- BRASIL. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: MAPA/ACS, 2009a.
- BRUNETTA, E.; BRUNETTA, P.S.F.; FREIRE, E.C. Produção de sementes de Algodão. In: FREIRE, E.C. (ed.). **Algodão no Cerrado do Brasil**. Brasília: Abrapa, cap 9, p. 319-343, 2007.
- BRZEZINSKI, C.R. et al. **Épocas de tratamento de sementes de soja com diferentes produtos no estabelecimento de plantas e desempenho produtivo da cultura**. Embrapa Soja, Londrina, PR, 2015.
- BUZZERIO, N. F. Ferramentas para qualidade de sementes no tratamento de sementes profissional. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 20, n. 3, p. 56, 2010.
- CAMOZZATO, V. A. et al. Desempenho de cultivares de soja em função do tamanho das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 288-292, 2009.
- CARDOSO, A. M. (2015). **O nitrogênio na produtividade, composição química e qualidade fisiológica de sementes de aveia em diferentes períodos de armazenamento e sistemas de sucessão**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí – RS.
- CARVALHO, E. M. et al. Relação do tamanho de sementes de milho e doses de fungicida no controle de *Stenocarpella maydis*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 389-393, 2004.
- CARVALHO, E. M. **Tratamento de sementes de milho com fungicidas em relação ao tamanho de sementes e controle de *Stenocarpella maydis***. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia). Universidade Federal de Lavras – UFLA. Lavras, 2001.
- CARVALHO, J. C. B. **Uso da restrição hídrica na inoculação de *Colletotrichum lindemuthianum* em sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras – UFLA. Lavras, 1999.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. v 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012.
- CASA, R. C.; REIS, E. M. Doenças relacionadas à germinação, emergência e estabelecimento de plântulas de soja em semeadura direta. In: REIS, E. M. (Ed.) **Doenças na cultura da soja**. Passo Fundo: Aldeia Norte, p. 21-32, 2004.
- CASTRO, L. S.; MIRANDA, M. H.; LIMA, J. E. Indicadores sociais de desenvolvimento e a produção de soja: uma análise multivariada nos 150 maiores

municípios produtores brasileiros. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 11, n. 1, p. 69-87, 2015.

CHANG, K. F. et al. First report of *Fusarium proliferatum* causing root rot in soybean (*Glycine max* L.) in Canada. **Crop Protection**, v. 67, p. 52-58, 2015.

CHEN, L. S. et al. PCR-based Detection and Differentiation of Anthracnose Pathogens, *Colletotrichum gloeosporioides* and *C. truncatum*, from Vegetable Soybean in Taiwan. **Journal of Phytopathology**, v. 154, n. 11-12, p. 654-662, 2006.

CHRISTENSEN, C. M.; KAUFMANN, H. H. Deterioration of stored grains by fungi. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.3, n.1, p.69-84, 1965.

CIA, E.; FUZATTO, M. G. Relevância de patógenos varia de acordo com a região. **Visão Agrícola Algodão**, Piracicaba, n. 6, p. 35-39, jul./dez. 2006.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos – V. 7 - Safra 2019/20**, n. 12 - Décimo segundo levantamento, Setembro – 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em 01 de jan. 2021.

CONCEIÇÃO et al. **Desempenho de plântulas e produtividade de soja submetida a diferentes tratamentos químicos nas sementes**. Bioscience Journal, v.30, n.6, p.1711-1720, 2014. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/22024/15608>.

COSTA, M. L.N.; DHINGRA, O. D.; SILVA, J. L. Influence of internal seedborne *Fusarium semitectum* on cotton seedlings. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 183-186, 2005.

COSTA, M.L.N. **Inoculação de *Fusarium oxysporum* f. sp. phaseoli em sementes de feijoeiro por meio da restrição hídrica**. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia). Universidade Federal de Lavras – UFLA. Lavras, 2000.

COSTA, S. S. et al. *Fusarium paranaense* sp. nov., a member of the *Fusarium solani* species complex causes root rot on soybean in Brazil. **Fungal biology**, v. 120, n. 1, p. 51-60, 2016.

COUTINHO, W.M. **Uso da restrição hídrica no controle da germinação de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) e feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em testes de sanidade**. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia). Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, 2000.

COUTINHO, W.M.; MACHADO, J. C. **Restrição hídrica: uma nova metodologia para controlar germinação de sementes em testes de sanidade**. Disponível em: <<http://www.patologiadesementes.com.br>>. Acesso em: 08 mar. 2002.

DEBODE, J. et al. Quantitative detection and monitoring of *Colletotrichum acutatum* in strawberry leaves using real-time PCR. **Plant Pathology**, v. 58, n. 3, p. 504-514, 2009.

DESMOND, O. J. et al. The *Fusarium* mycotoxin deoxynivalenol elicits hydrogen peroxide production, programmed cell death and defence responses in wheat. **Molecular plant pathology**, v. 9, n. 4, p. 435-445, 2008.

DHINGRA, O. D.; MUCHOVEJ, J. J. Pod rot, seed rot and root rot of snap bean and dry bean caused by *F. semitectum*. **Plant Disease Reporter** n. 63, p. 84-87, 1979.

DHINGRA, O. D.; SILVA-JUNIOR, G. J.; RODRIGUES, F. A. Patologia de Sementes. In: SEDIYAMA, T. **Tecnologia de Produção de Sementes de Soja**. Londrina: Mecenias, p.135-1162, 2013.

DHINGRA, O. D; ACUNÃ, R. S. **Patologia de semente de soja**. Editora UFV, Universidade Federal de Viçosa, 1997.

DÍAZ ARIAS, M. M.; LEANDRO, L. F.; MUNKVOLD, G. P. Aggressiveness of *Fusarium* species and impact of root infection on growth and yield of soybeans. **Phytopathology**, v. 103, n. 8, p. 822-832, 2013.

ELLIS, M. L. et al. First report of *Fusarium armeniacum* causing seed rot and root rot on soybean (*Glycine max*) in the United States. **Plant disease**, v. 96, n. 11, p. 1693-1693, 2012.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de Produção de Soja: região central do Brasil 2008**. Londrina: Embrapa Soja, Embrapa Cerrados, Embrapa Agropecuária Oeste, 2008

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil 2014**. Londrina: Embrapa Soja, 2013.

FARIA, A. Y. K.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; CASSETARI-NETO, D. Qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro submetidas a tratamentos químico e biológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n. 1, p. 121-127, jul. 2003.

FERREIRA, D.F. SISVAR: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.4, p.278- 286, 2014.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.

FERREIRA, D.F. SISVAR: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.4, p.278- 286, 2014.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.

FRANÇA-NETO, J. B. et al. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. (Documento 380). Londrina: Embrapa Soja, 2016.

Gadaga et al (2020)

GADAGA, S. J. C.; DA SILVA, S. C.; DA CRUZ, M. J. Molecular detection of *Colletotrichum lindemuthianum* in bean seed samples. **Journal of Seed Science**, v. 40, n. 4, 2018.

GOMES, R. S. S. et al. Eficiência de óleos essenciais na qualidade sanitária e fisiológica em sementes de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 18(1): 279-287.

GONTIA, A. S.; AWASTHI, M. K. Effect of seed grading by size on various seed vigor attributes, morphophysiological characters and seed yield in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] genotypes. **Seed Research**, v. 27, n. 01, p. 333-350, 1999.

GOULART, A. C. P. **Fungos em sementes de soja: detecção, importância e controle**. 2ª ed. Revista e ampliada, 2018.

GRIFFEE, P. J. Pathogenicity of some fungi isolated from diseased crowns of banana hands [Windward Islands]. **Phytopathologische Zeitschrift** (Germany, FR), 1976.

GRIFFEE, P. J.; BURDEN, O. J. Fungi associated with crown rot of boxed bananas in the Windward Islands. **Journal of Phytopathology**, v. 85, n. 2, p. 149-158, 1976.

GRIGOLLI, J. F. J. **Manejo de Doenças na Cultura da Soja**, 2016. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/240240/newarchive-240.pdf>>. Acesso em: 01 de jan. 2020.

HENNING, A. A. et al. Importância do tratamento de sementes de soja com fungicidas em safra 2010/2011, ano de "La Niña". **Informativo ABRATES**, v.20, n.1/2, p.55-61, 2010.

HENNING, A. A. **Patologia de Sementes** (Documento 90). Londrina: EMBRAPA – CNPSo, 1994.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. Londrina: EMBRAPA- CNPSo, 2005.

ILGEN, P.; MAIER, F.; SCHÄFER, W. Trichothecenes and lipases are host-induced and secreted virulence factors of *Fusarium graminearum*. **Cereal Research Communications**, v. 36, n. Supplement-6, p. 421-428, 2008.

ITO, M. F.; TANAKA, M. A. S. **Soja – principais doenças causadas por fungos, bactérias e nematóides**. Campinas: Fundação Cargil, p. 1 – 2., 1993.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; COSTA, N. P. Efeito da classificação de sementes de soja por tamanho sobre sua qualidade e a precisão de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 59-68, 1991.

KRZYZANOWSKI, F.C. et al. Tecnologias que valorizam a semente de soja. **Revista Seed News**, Pelotas, v. 10, n. 6, p. 22-27, 2006. Disponível em: <<https://seednews.com.br/edicoes/artigo/988-tecnologias-que-valorizam-a-semente-de-soja-edicao-novembro-2006>>. Acesso em: 05 de out. 2020.

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

LAMICHHANE, J. R. et al. Revisiting sustainability of fungicide seed treatments for field crops. **Plant Disease**, v. 104, p. 610–623, 2020.

LANNA, N. B. L. et al. Germinação, vigor e incidência de fungos em sementes de melancia tratadas com tiabendazol. **Nucleos**, 16(2): 263-270.

LASCA, C. C. et al. Efeito do tratamento químico de sementes de milho sobre a emergência e a produção. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 72, n. 4, p. 461-468., 2005.

LAZAROTTO, M. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cedro e patogenicidade de *Rhizoctonia* spp.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2010.

LEMES, E.; CASTRO, L.; ASSIS, R. **Doenças da soja: Melhoramento Genético e Técnicas de Manejo.** Campinas: Editora Millennium, 2015.

LIMA, E. F.; ARAÚJO, A. E.; CARVALHO, L. P. Produção de sementes de algodoeiro com controle da qualidade sanitária. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DO ALGODÃO, 4, ENCONTRO MATO GROSSO 2000, 1, 1998, Cuiabá. **Anais**. Rondonópolis: Embrapa/Fundação MT/Empaer-MT, p. 91-101, 1998.

LIMA, R. M. Efeito do tamanho das sementes sobre alguns atributos fisiológicos e agrônômicos. Associação brasileira dos produtores de sementes: **Anuário Abrasem**, Brasília, DF, p. 39-43, 1996

LUCCA-FILHO, O. A. Patologia de sementes. In.: PESKE, S.T.; LUCCA FILHO, O.A.; BARROS, A.C.S.A. (Ed.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**, 2.Ed., Pelotas, p.259-329, 2006.

LUDWIG, M. P. et al. Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.3, p.395-406, 2011.

LUDWIG, M.P. O Tratamento e o tamanho das sementes de soja. **Revista Seed News**, v.20, n.2, p.10-13, 2017a. <https://seednews.com.br/edicoes/artigo/38-o-tratamento-e-o-tamanho-da-semente-desoja-edicao-marco-2017>.

LUDWIG, M.P. Tratamento de Sementes: Profissionalização. **Revista Seed News**, v.21, n.4, p.10-12, 2017b. <https://seednews.com.br/edicoes/artigo/267-tratamento-de-sementes-profissionalizacao-edicao-julho-2017>.

MACHADO, J. C. et al. Inoculação artificial de sementes de soja por fungos utilizando solução de manitol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.2, p. 95-101, 2001c.

MACHADO, J. C. et al. Methodology for infecting seeds by fungi using water restriction technique. In: **INTERNATIONAL SEED TESTING CONGRESS-SEED SYMPOSIUM**, 26., 2001, Angers. Abstracts. Zurich: ISTA, 2001a.

MACHADO, J. C. et al. Uso da restrição hídrica na inoculação de fungos em sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.2, p.88-94, 2001b.

MACHADO, J. C. **Patologia de sementes**. Brasília: MEC/ESAL/FAEPE, 1988.

MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: LAPS, 2000.

MACHADO, J. C.; POZZA, E. A. Razões e procedimentos para o estabelecimento de padrões de tolerância a patógenos em sementes. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Sementes qualidade fitossanitária**. Viçosa: UFV, p. 219-248, 2005.

MACHADO, J. C et al. Uso da técnica de restrição hídrica ou condicionamento osmótico em patologia de sementes. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 20, p. 37-63, 2012.

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

MEDEIROS, J. G. F. et al. Sanidade e germinação de sementes de *Clitoria fairchildiana* tratadas com extratos de plantas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, 33(76): 403-408.

MENTEN, J. O. M. et al. Evolução dos produtos fitossanitários para tratamento de sementes no Brasil. In: ZAMBOLIM, L., (Ed.). **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa, UFV, p. 333-374, 2005. B

MENTEN, J. O. M. et al. Utilização de sementes sadias e/ou adequadamente tratadas no manejo de doenças do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Anais**. Bahia: Embrapa Algodão, p. 1-13, 2005. A

MICHEL, B. E.; RADCLIFFE, D. A. A computer program relating solute potential to solution composition for five solutes. **Agronomy Journal**, Madison, v.87, n.1, p.126-130, 1995.

NEERGAARD, P. **Seed pathology**. London: The McMillan, 2v., 1977.

NELSON, B. D. et al. Reaction of soybean cultivars to isolates of *Fusarium solani* from the Red River Valley. **Plant Disease**, 81, 664– 668, 1997.

NOBREGA, J. S.; NASCIMENTO, L. C. Do. **Sanidade de sementes e sua influência no controle de fitopatógenos**. Research, Society and Development, v. 9, n. 10, e649108101, 2020 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8101>.

NUNES, J. C. S. Tratamento de sementes de soja como um processo industrial no Brasil. **Revista Seed News**, v. 20, n. 1, p. 26-32, 2016.

PÁDUA, G. P. et al. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 32, n.

3, p. 09-16, 2010.

PÁDUA, G. P. et al. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade na cultura da soja. **Revista brasileira de sementes**, Uberaba, v.32, n.3, p. 9-16, 2010.

PAIVA, C. T. C. et al. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes comerciais de alface e repolho. **Revista de Ciências Agroambientais**, 14(1): 53-59.

PARISI, J. J. D.; MEDINA, P. F. **Tratamento de Sementes**. Instituto Agronômico de Campinas – IAC, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Fitossanidade, 2014. Disponível em: <[http://www.iac.sp.gov.br/imagem\\_informacoestecnologicas/81.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/81.pdf)> Acesso em 15 de jan. 2021.

PEREIRA, C. F. **Influência de *Colletotrichum dematium* var. *truncata*, *Phomopsis sojae* e *Diaporthe phaseolorum* f. sp. *meridionalis* nos testes de vigor de sementes de soja**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Produção e Tecnologia de Sementes, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

PEREIRA, C.E et al. Tratamento fungicida de sementes de soja inoculadas com *Colletotrichum truncatum*. **Ciência Rural**, v.39, n.9, p.2390-2395, 2009. <http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n9/a387cr1431.pdf>.

PERIN, A. et al. Efeito do tamanho da semente na acumulação de biomassa e nutrientes e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 12, p. 1711-1718, 2002.

PESKE, S. T.; LABBÉ, L. M. B. Beneficiamento de Sementes. In: PESKE, S. T.;

PESKE, S.T.; BARROS, A. C. S. A.; SCHUCH, L. O. B. Benefícios e obtenção de sementes de alta qualidade. **Seed News**, Pelotas-RS, v. 14, n. 5, p. 22-28, 2010.

PICCININ, G. G. et al. Relação entre o tamanho e a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 5, n. 15, p. 20-28, 2012.

PIVETA, G. et al. Superação de dormência na qualidade de sementes e mudas: influência na produção de *Senna multijuga* (L. C. Rich.) Irwin & Barneby. **Acta Amazônica**, 40(2): 281-288.

REZENDE, A.A.; JULIATTI, F.C. **Tratamento de sementes de soja com fluquinconazole no controle da ferrugem asiática**. Uberlândia, v. 26, n. 1, p. 84-94, Jan./Fev. 2010. Disponível em : file:///C:/Users/J%C3%A9ssica/Downloads/7043-27281-1-PB.pdf. Acesso em 28.Fev.2021.

ROCHA-JUNIOR, L. S. **Qualidade física e fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivar IAC-17, em função da colheita, tamanho da semente e da armazenagem**. Dissertação (Mestrado Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. São Paulo, 1999.

ROY, K. W.; RATNAYAKE, S. Frequency of occurrence of *Fusarium pallidoroseum*,



effects on seeds and seedlings, and associations with other fungi in soybean seeds and pods. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 19, n. 2, p. 188-192, 1997.

SANCHES, A.C.; MICHELLON, E.; ROESSING, A.C. **Os limites de expansão da soja**. Paraná, 2014. Disponível em:

[https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj1jtHAtt\\_YAhXI2VMKHXYmDLoQFggzMAE&url=http%3A%2F%2Ferevista.unioeste.br%2Findex.php%2Fgepec%2Farticle%2Fdownload%2F201%2F136&usq=AOvVaw08yr\\_HNxolUByx1V0ogNqr](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj1jtHAtt_YAhXI2VMKHXYmDLoQFggzMAE&url=http%3A%2F%2Ferevista.unioeste.br%2Findex.php%2Fgepec%2Farticle%2Fdownload%2F201%2F136&usq=AOvVaw08yr_HNxolUByx1V0ogNqr). Acesso em: 28.Fev.2021

SANTOS, P. M. et al. Efeito da classificação por tamanho da semente de soja na sua qualidade fisiológica durante o armazenamento. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 03, p. 395-402, 2005.

SANTOS, P. M. et al. Influência do tamanho de sementes de soja na qualidade fisiológica e sanitária durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 31, n. 01, p. 08-16, 2006.

SETA, S.; GONZALEZ, M.; LORI, G. A. First report of walnut canker caused by *Fusarium incarnatum* in Argentina. **Plant pathology**, v. 53, 2004.

SILVA, F. C. S. **Influência do tamanho de sementes e características agrônomicas em descritores adicionais de soja**. 2013. Dissertação (Pós-graduação) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2013.

SIQUEIRA, C.S. et al. Potential for transmission of *Stenocarpella macrospora* from inoculated seeds to maize plants grown under controlled conditions. **Journal of Seed Science**, v.36, n.2, p.154-161, 2014. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S231715372014000200003&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S231715372014000200003&lng=en&nrm=iso). Acesso em 01 de jan.2020.

SMITH, T. J.; CAMPER, H. M. Effect of seed size on soybean performance, **Agron. J., Madison**, v. 67, n. 5, p.681-684, 1975.

SOARES, C. M. et al. Seed quality and crop performance of soybeans submitted to diferente forms of treatment and seed size. **Journal of Seed Science**, v.41, n.1, p.069-075, 2019.

SOUZA, L. C. F. **Efeito da classificação por tamanho de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) sobre a germinação, vigor, desempenho das plantas no campo e qualidade das sementes colhidas**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa – UFV. Viçosa, 1998.

TALAMINI, V.; CARVALHO, H. W.; OLIVEIRA, I. R. **Sementes de Soja de Diferentes Cultivares Introduzidos para Cultivo em Sergipe**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Sergipe, n. 73, p. 16, 2012.

TANAKA, M. A. S.; MENTEN, J. O. M. Comparação de métodos de inoculação de sementes de algodoeiro com *Colletotrichum gossypii* var. cephalosporioides e *Colletotrichum gossypii*. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v.17, n.3, p.218-

226, 1991.

TANAKA, M. A. S.; MENTEN, J. O. M.; MARIANO, M. I. A. Inoculação artificial de sementes de algodão com *Colletotrichum gossypii* var. cephalosporioides e infecção das sementes em função do tempo de exposição ao patógeno. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v.15, n.3, p.233-237, 1989.

TEIXEIRA, H. ***Colletotrichum gossypii* South. em sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) transmissibilidade e controle**. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras – UFLA. Lavras, 1995.  
TEIXEIRA, H.; MACHADO, J. C. Transmissibilidade e efeito de *Acremonium strictum* em sementes de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 5, p. 1045-1052, 2003.

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. Influência do déficit hídrico sobre o tamanho das sementes e vigor das plântulas de soja. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 02, p. 57-61, 1996.

USDA - United States Department of Agriculture. **Soybean Area, Yield, and Production**. Disponível em:  
<<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>>. Acesso em 20 de junho 2021.

VILLELA, F. M.; MENEGHELLO, G.E. (Ed.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3.ed., Pelotas: Ed. Universitária/UFPEL, p.423-480, 2012.

YANG, H. C.; HAUDENSHIELD, J. S.; HARTMAN, G. L. Multiplex real-time PCR detection and differentiation of *Colletotrichum* species infecting soybean. **Plant Disease**, v. 99, n. 11, p. 1559-1568, 2015.

YORINORI, J. T.; YUYAMA, M. M.; SIQUERI, F. V. Doenças da soja. **Boletim de pesquisa de soja**, p. 180-222, 2009.

ZACCARDELLI, M., et al. Characterization of Italian isolates of *Fusarium semitectum* from alfalfa (*Medicago sativa* L.) by AFLP analysis, morphology, pathogenicity and toxin production. **Journal of Phytopathology**, v. 154, n. 7-8, p. 454-460, 2006.

ZAMBOLIN, L.; SOUZA, A.F.; BARBOSA, J.C. Controle integrado de doenças fúngicas da parte aérea de plantas, visando à redução na transmissão por sementes. In: ZAMBOLIN, L. (Ed.). **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa: UFV, p. 215- 266, 2005.

ZAMBOM, S. Aspectos importantes do tratamento de sementes. **Anuário Abrasem, Brasília**, p. 24-25, 2013. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br/anuario-2013/>>. Acesso em 01 de jan. 2020.