

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CÂMPUS SÃO MIGUEL DO OESTE
AGRONOMIA

Jonatan Bordignon
Lucas Guilherme Faust Belegante

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA EM FUNÇÃO DO
TEMPO DE ARMAZENAMENTO PÓS-TRATAMENTO FÚNGICO

São Miguel do Oeste – SC (2023)

Jonatan Bordignon
Lucas Guilherme Faust Belegante

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA EM FUNÇÃO DO TEMPO
DE ARMAZENAMENTO PÓS-TRATAMENTO FÚNGICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Agronomia do Campus São Miguel do Oeste do Instituto Federal de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientadora
Prof.^a Dr.^a. Gabriela Cristina Guzatti
Coorientador
Prof. Dr. Odimar Zanuzo Zanardi

São Miguel do Oeste – SC (2023)

Jonatan Bordignon
Lucas Guilherme Faust Belegante

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA EM FUNÇÃO DO TEMPO DE
ARMAZENAMENTO PÓS-TRATAMENTO FÚNGICO

Este trabalho foi aprovado pela Banca examinadora composta por Gabriela Cristina Guzatti, Francieli Lima Cardoso, Aquidauana Miqueloto Zanardi na data (04/10/2023), cujas notas e assinaturas constam em Ata de Defesa. Por fim, as considerações propostas pela Banca foram incorporadas no trabalho, estando esse apto para arquivamento.



Prof.^a Dr.^a. Gabriela Cristina Guzatti

Instituto Federal Santa Catarina - campus São Miguel Do Oeste

RESUMO

A cultura da soja (*Glycine max*), é a oleaginosa mais difundida e consumida no mundo, se caracteriza por apresentar alto valor nutritivo e ser uma importante fonte alimentar. Dentre as principais doenças que atacam a cultura, os fungos são de grande importância econômica, e o uso de tratamentos de sementes com fungicidas é uma prática que pode controlar os fitoparasitas, quando estes são utilizados de forma adequada. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência do tratamento de sementes de soja com diferentes tipos de fungicidas sobre os parâmetros de germinação e vigor de sementes de soja ao longo do tempo de armazenamento pós-tratamento. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 (tratamento com fungicida) x 4 (tempo de armazenamento), com três repetições. Os tratamentos consistiram em: T (Testemunha sem fungicida, apenas água); C (Fungicida de contato); S (Fungicida sistêmico), armazenadas por 0, 5, 10 e 15 dias após o tratamento. Foram realizados testes de germinação em rolo de papel, vigor pelo teste de condutividade elétrica, comprimento e massa seca de plântulas. A porcentagem de germinação das sementes considerando o tipo de tratamento fúngico utilizado não diferiu entre os tratamentos para os dias zero, cinco e dez, contudo, houve um decréscimo no percentual de germinação para as sementes tratadas com fungicida sistêmico em comparação ao controle e ao fungicida de contato com quinze dias de armazenamento pós-tratamento. O comprimento de parte aérea foi superior no dia zero com média de 5,5 cm, reduzindo após esse período para 4,4 cm, independentemente do tratamento fúngico das sementes. Para a variável comprimento de raiz não houve efeito de tratamento, tempo ou interação entre as variáveis, com uma média de 10,7 cm. Houve efeito da interação tratamento*tempo de armazenamento para a variável condutividade elétrica. Ao analisar o tempo de armazenamento após o tratamento das sementes, independentemente do tipo de tratamento é possível observar aumento na condutividade elétrica com o passar do tempo de armazenamento, principalmente com 10 e 15 dias de armazenamento, indicando uma piora na qualidade destas sementes. O uso de fungicidas de contato (Captana) e sistêmico (Carbendazim) em tratamento de sementes de soja afeta sua qualidade fisiológica e de vigor quando o tempo de armazenamento é igual ou superior a 10 dias. Além disso, vale destacar que o uso isolado de Carbendazim é mais danoso à qualidade das sementes tratadas se comparado ao uso isolado do Captana. Assim, é possível sugerir que o uso do tratamento de sementes deve ser priorizado com antecedência máxima de duas semanas da data de plantio, principalmente quando fungicidas sistêmicos (Carbendazim) forem utilizados.

Palavras-chave: Armazenamento de sementes, Fungicida de contato, Fungicida sistêmico, *Glycine max*.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. OBJETIVO.....	6
2.1 Objetivo Geral	6
2.2 Objetivos Específicos	6
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
3.1 A cultura da soja e sua importância econômica	7
3.2 Tratamentos de sementes	8
3.2.1 Modo de ação dos fungicidas	10
3.2.2 Carbendazim	11
3.2.3 Captana	12
3.3 Fungos e sua importância econômica na cultura da soja	12
3.4 Atributos De Qualidade De Sementes	13
3.4.1 Germinação	13
3.4.2 Vigor	14
3.5 Influência do tempo após o tratamento sobre os parâmetros fisiológicos de qualidade das sementes	15
4. MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1 Delineamento e tratamentos experimentais	17
4.2 Análises laboratoriais	18
4.2.1 Teste de germinação e massa seca de plântulas	18
4.2.2 Comprimento de plântulas e vigor	19
4.2.3 Análise estatística	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	20
5.1 Germinação das sementes	20
5.2 Comprimento e massa seca de plântulas	23
5.3 Vigor	25
6. CONCLUSÕES.....	27
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*), planta leguminosa de origem asiática, ocupa lugar de destaque no desenvolvimento econômico e na modernização da agricultura brasileira. Começou a ganhar projeção no cenário nacional na década de 60, devido à crescente demanda das cadeias agropecuárias que começavam a surgir, fazendo com que a produção em grande escala comercial de soja fosse uma necessidade. Intensos investimentos em trabalhos de pesquisa buscaram adaptar a soja à realidade climática brasileira com sua "tropicalização", adaptação essa que foi fundamental para tornar hoje o Brasil o maior produtor mundial do grão (EMBRAPA, 2017). Contudo, as características climáticas brasileiras tornam bastante favoráveis a incidência de doenças fúngicas na soja, que levam a perdas de produção e por desafios constantes quanto às medidas de controle e preservação ambiental.

Uma das alternativas para reduzir a incidência e os danos ocasionados pelas doenças fúngicas é o tratamento de sementes com fungicidas. Esta técnica antiga e bastante eficaz de controle é uma alternativa que vem ganhando cada vez mais espaço no Brasil. Na safra 2016/2017 cerca 98,2% das sementes de soja semeadas foram tratadas, número este que não passava de 5% nos anos 90. Estima-se ainda que cerca de 72,6% das sementes sejam tratadas na propriedade agrícola pelo próprio agricultor, enquanto apenas 25,6% sejam feitas industrialmente (RICHETTI et al, 2018).

Considerando a época de realização, o tratamento de sementes deve ser tal que permita a máxima eficiência do uso do produto, e que não interfira ou que tenha mínima interferência sobre os atributos de germinação e vigor das sementes. O mais recomendado é que se realize o tratamento imediatamente antes da semeadura (GOULART, 1999), porém com a demanda cada vez maior por sementes tratadas, os tratamentos começaram a ter escala industrial e a serem realizados com maior período de antecedência à semeadura, fazendo com que as sementes tratadas permaneçam armazenadas até o momento da semeadura.

Assim, embora seja recomendado o tratamento no momento da semeadura, os resultados científicos ainda são divergentes. Muitos estudos indicam que não há interferência negativa no armazenamento pós-tratamento (HENNING; ZORATO, 2001; PEREIRA et al., 2010), enquanto outros encontram influência do tempo ou tipo de produto sobre os atributos de qualidade fisiológica das sementes (ALMEIDA et al., 2014; CAIXETA, 2017;). Assim, o objetivo deste projeto é avaliar os parâmetros de germinação e vigor de plântulas ao longo do tempo de armazenamento pós-tratamento de sementes.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com fungicida sistêmico e de contato ao longo do tempo de armazenamento.

2.2 Objetivos Específicos

1. Quantificar o potencial de germinação, número de sementes anormais e sementes mortas de plântulas de soja aos 0, 5, 10 e 15 dias de armazenamento após o tratamento com fungicidas de contato e sistêmico;
2. Avaliar tamanho de radícula, parte aérea e massa seca de plântulas de soja com o passar do tempo de armazenamento após o tratamento com fungicidas de contato e sistêmico;
3. Determinar o vigor de sementes de soja com o passar do tempo de armazenamento após o tratamento com fungicidas de contato e sistêmico;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A cultura da soja e sua importância econômica

A soja é uma planta originária da costa leste da Ásia, principalmente ao longo do rio Yangtze, na China. Sua domesticação começou a partir de plantas oriundas de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China se adaptando em várias regiões e sendo estudada e melhorada. Porém, foi só após o final da Primeira Guerra Mundial, em 1919, que o grão de soja se tornou um item de comércio exterior importante (APROSOJA MT, 2022).

No Brasil há registros que haveria campos experimentais de soja em meados dos anos de 1882, na Bahia, inicialmente. O marco principal foi em 1901, quando começaram os cultivos na Estação Agropecuária de Campinas e a distribuição de sementes para produtores paulistas. Segundo Campos (2010), a expansão da soja no território nacional foi a partir da década de 1960, e teve influência direta da demanda internacional por essa oleaginosa, além de atender à demanda interna, proveniente da crescente urbanização e mudança nos hábitos de alimentação da população brasileira.

A soja é uma planta pertencente ao Reino Plantae, divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília faboideae, gênero *Glycine*, espécie *Glycine Max* (L.) Merrill. Possui do tipo herbáceo ereto, pubescente, em algumas cultivares, e ramificadas. Raiz com eixo principal e muitas ramificações. Sua estatura varia de 60 a 110 cm, as folhas são trifolioladas, têm flores de fecundação autógama, desenvolvem vagens, podem conter de uma a cinco sementes lisas, tegumento amarelo pálido, e apresentam crescimento indeterminado, determinado ou semi determinado (EMBRAPA, 2021).

Comercialmente há uma ampla gama de variedades de soja, sendo cada variedade melhorada e sendo específica para diferentes regiões, e diversas tolerâncias, como climáticas, ambientais e patológicas. Além disso, a uma grande variedade de ciclos, os cultivares disponíveis no mercado brasileiro tem ciclos entre 100 e 160 dias, e podem ser classificados em grupos de maturação precoce, semiprecoce, médio, semitardio e tardio, dependendo da região. Os cultivares plantados comercialmente no país tem seus ciclos, na maioria, oscilando entre 60 e 120 dias (AGROLINK, 2022).

A soja é a oleaginosa mais cultivada no mundo atualmente. Caracteriza-se por apresentar grande versatilidade para a indústria, alto valor nutritivo tornando-se uma

importante base alimentar para a humanidade, seja de forma direta, ou indiretamente, representado a principal fonte de suplementação proteica para as criações agropecuárias no mundo. A soja ocupa lugar de destaque entre as *commodities*, com uma área cultivada de aproximadamente 127,842 milhões de hectares e uma produção de 362,947 milhões de toneladas (USDA, 2020).

O Brasil, atualmente, é o maior produtor mundial do grão, cultivando cerca de 38,502 milhões de hectares e produzindo 135,409 milhões de toneladas (CONAB, 2021). Desta maneira, a soja torna-se um dos pilares mais importantes da economia brasileira, contribuindo significativamente nas exportações. Estima-se que em 2021 foram exportadas cerca de 86,1 milhões de toneladas de soja (ABIOVE, 2022).

3.2 Tratamentos de sementes

O tratamento químico das sementes tem dentre outros objetivos a redução de perdas de sementes durante o armazenamento e desenvolvimento inicial das plântulas em função do ataque de fungos e pragas. O tratamento de sementes consiste na aplicação de diferentes tipos de substâncias como: fungicidas, inseticidas, fito reguladores, bioestimulantes dentre outros. O tratamento químico com fungicidas e inseticidas buscar conferir proteção contra a infestação de 25 patógenos e/ou ataque de pragas, mantendo assim seu desempenho germinativo durante todo o período de armazenamento, até o momento da sementeira e posterior desenvolvimento da plântula (OLIVEIRA et al., 2021; DE CARVALHO et al., 2012).

O tratamento químico de sementes tornou-se prática de extrema importância para a agricultura. Isso se deve ao fato de sua alta eficiência no controle de agentes fitopatogênicos presentes na semente e no solo, a facilidade de ser executada, e também ao seu baixo custo, correspondendo a apenas 1,5% dos custos totais de produção por hectare de soja na safra 2018/2019 (RICHETTI et al., 2018).

Para França-Neto et al. (2016), sementes de soja quando semeadas encontram no ambiente condições desfavoráveis à sua germinação e emergência, terão este processo demasiadamente longo, deixando assim, as sementes expostas por mais tempo a fungos patogênicos do solo como *Rhizoctonia solani*, *Pythium spp.*, *Fusarium spp.* e *Aspergillus spp.* (*A. flavus*). Consequentemente, sementes não tratadas com fungicidas estarão vulneráveis e suscetíveis aos danos causados pelos fungos.

O tratamento de sementes com fungicidas pode ser realizado na propriedade pelo próprio produtor (*on farm*), ou o produtor pode adquirir as mesmas já tratadas de forma industrial (TSI, Tratamento Industrial de Sementes). Goulart (1998a) recomenda o tratamento das sementes de soja com fungicidas principalmente quando as condições de semeadura, clima e solo são adversas, tais como solos compactados com bastante umidade e em ocasiões de baixas temperaturas. Ainda, o mesmo autor destaca que as soluções açucaradas utilizadas na inoculação *Bradyrhizobium japonicum*, sem o uso combinado de fungicida tem causado sérios problemas no vigor das plântulas, pelo fato de servir como atrativo aos fungos patogênicos.

Há ainda que se considerar que, apesar dos diversos benefícios dos tratamento químico de sementes, pode existir uma fitotoxicidade dos fungicidas sobre as sementes, que acarretam na redução da qualidade fisiológica (BALARDIN; FACCO, 1994; FRANÇA- NETO et al., 2016; FRANÇA-NETO et al., 2001), isto é, após realizado o tratamento e armazenada as sementes, houve um processo que resultou na baixa taxa de germinação e vigor das sementes, podendo ser por fitotoxicidade. Para evitar esses problemas, o produtor deve verificar se há necessidade de realizar o tratamento, quais produtos utilizarem, se são compatíveis entre si e a quantidade a ser utilizada.

Além disso, períodos de armazenamento longos de sementes já tratadas com fungicidas, tanto de contato como sistêmicos, além de diminuir o potencial de ação dos produtos, podem resultar em perdas em relação ao vigor das plântulas. Conforme o experimento de Silva et al. (2011), aos 60 dias de armazenamento das sementes, verificou-se que sementes tratadas com fungicidas apresentaram redução no vigor em relação às não-tratadas. Com 120 dias de armazenamento, os níveis de vigor decaem severamente nos tratamentos com fungicida, alcançando valores próximos a 8%. Aos 180 e 240 dias de armazenamento, as sementes tratadas mostram redução ainda maior no vigor, chegando a zero os valores de germinação.

Isso pode se dar pelo período estendido de armazenamento dessas sementes, que ao passar o tempo reduziram seus parâmetros de qualidade, devido alterações causadas por fitotoxicidade, estímulos e regresso na germinação, aumento de hormônios vegetais, redução no processo de respiração, entre outros processos que podem ter levado ao baixo stand final de plantas, bem como redução do seu vigor.

3.2.1 Modo de ação dos fungicidas

Fungicidas são compostos químicos desenvolvidos para o controle e supressão de doenças ocasionadas pela ação dos fungos nas plantas. Sendo classificados em duas categorias, a de fungicidas sistêmicos e fungicidas de contato ou protetores. Os fungicidas de contato são imóveis no tecido vegetal, sendo levemente absorvidos, limitando sua ação de proteção apenas no local de contato da aplicação, sendo, portanto, recomendados apenas de forma preventiva, como no tratamento de sementes, não sendo eficiente no controle de um fungo já desenvolvido. Por outro lado, os fungicidas sistêmicos são bastante móveis nos tecidos vegetais, se espalhando do local da aplicação para todos os órgãos da planta, através do sistema vascular, apresentando assim uma maior variedade de usos, seja desde preventivo, curativo e erradicante (TSUKADA, 2022).

De maneira geral os fungicidas que são mais difundidos e numerosos no mercado atualmente no que se refere ao tratamento de sementes, são os fungicidas de contato. Os primeiros fungicidas de contato que surgiam no mercado para o tratamento de sementes eram compostos a base de cobre, e principalmente organomercuriais, que eram altamente tóxicos e utilizados em doses elevadas (EMBRAPA, 2021). Devido a sua alta toxidez os fungicidas a base de mercúrio disponíveis no mercado foram proibidos, assim como o registro de novos produtos comerciais no Brasil e em outros diversos países do mundo. A proibição brasileira ocorreu pela portaria nº 2 de 06 de janeiro de 1975, substituída pela nova portaria nº 6 de 29 de abril de 1980 (ZAVARIZ, 2004), resultando na substituição por produtos considerados menos tóxicos como os Ditiocarbamatos, Dicarboximidas, e Nitrobenzenos, além da inserção dos fungicidas sistêmicos (DE CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

O início da introdução dos primeiros fungicidas sistêmicos para o tratamento de sementes ocorreu na década de 60, com os benzimidazóis, as oxatinas e os triazóis (EMBRAPA, 2021). Para De Carvalho e Nakagawa (2012) e França-Neto et al. (2016), os benzimidazóis possuem um espectro de ação mais amplo, sendo bastante recomendado para fungos do filo *Ascomycota* e *Deuteromycotina*. Enquanto as oxatinas são seletivas, sendo mais recomendadas para o controle de fungos pertencentes ao filo *Basidiomycota*, como *Rhizoctonia* e causadores de carvão (DE CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Com os fungicidas sistêmicos, se abriu uma possibilidade viável de controle de enfermidades via semente na cultura da soja, pelo fato desses produtos possuírem características de penetração, translocação e efeito residual prolongado. Conforme Goulart

(1998), a ação residual dos fungicidas triazóis está entre 20 a 30 dias, podendo variar para mais ou para menos, em função de alguns fatores como nível de infecção das doenças, condições climáticas favoráveis, além da suscetibilidade da cultivar. Ainda, segundo Goulart (2015), a ação sistêmica do fungicida aplicado na semente, além da ação pela sua penetração no tegumento, a maior parte é absorvida pelas sementes durante o processo de embebição e parte lixívia das sementes e vai para o solo, sendo absorvido lentamente pelas radículas que são emitidas pelas plântulas durante a germinação da planta. Após isso é translocado pela planta via xilema, protegendo as plantas das doenças iniciais da cultura.

3.2.2 Carbendazim

Carbendazim é um fungicida sistêmico, curativo e erradicante utilizado em aplicações foliares e em tratamento de sementes. Este fungicida possui com amplo espectro de ação e pertence ao grupo químico B1 (benzimidazóis) e atua na inibição da mitose e divisão celular dose fungos. Este fungicida começou a ser produzido a nível comercial nos anos de 1970 e, atualmente, existem cerca de 40 formulações comerciais, além de ser o décimo sexto agrotóxico mais comercializado no Brasil em 2019. Dentro da classe B1 dos benzimidazóis há também o benomil e tiofanato-metílico, metabólicos secundários do carbendazim que no meio ambiente se convertem em carbendazim após o fim de sua meia vida (MOREIRA et al., 2022).

Os benzimidazóis atuam na inibição da formação das β -tubulinas, destruindo os fusos e microtúbulos e inibindo a divisão celular de fungos patogênicos (COOLEY; CATEN, 1993; MOREIRA et al., 2022). Além disso, Clemons e Sisler (1971) reportaram a utilização de carbendazim na concentração de 1 $\mu\text{g/mL}$ inibiu o desenvolvimento do tubo germinativo de *Neurospora crassa*. Além da inibição das β -tubulinas os benzimidazóis atuam, de forma mais secundária, na inibição da síntese de DNA e RNA. Davidse (1973) mencionou que a mitose dos tubos germinativos de *Aspergillus nidulans* foi diretamente inibida pelo metil benzimidazol-2-yl carbamato e, progressivamente, a síntese de DNA e RNA após algumas horas.

O carbendazim e os demais benzimidazóis são bastante eficientes no controle de fungos patogênicos, garantido a integridade das culturas ao longo de seu desenvolvimento, maior período de proteção e ganhos produtivos. Entretanto, a utilização de doses acima da recomendada pode ocasionar efeitos fitotóxico para as culturas, como evidenciado por García

et al. (2001) em plantas de tabaco tratadas com uma dosagem superior a recomendada para a cultura. Sangeetha (2010) descreveu que o uso de dosagem mais elevadas de carbendazim promoveu um menor índice de germinação de *Trigonella foenum-graecum* (feno-grego), enquanto para os atributos de comprimento de raiz e parte aérea não diferiram do controle.

3.2.3 Captana

Captana é um fungicida de ação protetora/contato de utilização via aplicação foliar e tratamento de sementes. O fungicida captana pertence ao grupo químico M04 das dicarboximidas que possuem propriedades multisítio (atividade enzimática), que inibe a germinação de esporos e de processos metabólicos de fungos patogênicos. A eficácia da utilização de captana foi descrito por Pinto (1997), o qual verificou a eficiência dos fungicidas (Captan, Thiram, Thiabendazole, Quintozene, e Etridiazole + Quintozene) em sementes de milho semeadas em solo infectado por *Pythium* sp. e *Fusarium moniliforme*. Os tratamentos com Captan e Thiram demonstraram ser os mais efetivos para o manejo dos fitopagótenos com baixos impactos sobre os índices de germinação e vigor das sementes.

3.3 Fungos e sua importância econômica na cultura da soja

Segundo Henning e Zorato (2001), anualmente o produtor chega a perder de 15 a 20% de sua safra devido à ocorrência de pragas e doenças (ataque de bactérias, fungos, nematóides, insetos). Os problemas decorrentes do ataque de pragas e doenças vem cada vez mais aumentando no Brasil, conforme Barros (2008), isto é consequência da expansão da área cultivada no país, principalmente para novos ambientes, da utilização de cultivares com pouca variabilidade genética entre si, e devido ao uso cada vez maior da monocultura nas áreas de cultivo.

As doenças fúngicas são de difícil controle, e quando estão estabelecidas, causam grandes problemas na cultura, e acarretam prejuízos na produção. Segundo Goulart (2005), a maioria das doenças de importância econômica que ocorrem na cultura da soja é causada por patógenos que são transmitidos pelas sementes. As sementes têm alto potencial de carregar e transportar uma grande variedade de microrganismos, sendo os fungos os que aparecem com mais frequência (PEREIRA, 1986). Assim, o uso de sementes tratadas e sadias de fontes

idôneas é essencial para controle da introdução de doenças em áreas novas ou mesmo a reintrodução em áreas cultivadas nas quais a doença já tenha ocorrido um dia.

Balardin et al. (1994) em experimento realizado com sementes de cevada contaminadas com fungos patogênicos *Fusarium spp.*, *Alternaria spp.*, *Cladosporium spp.*, *Helminthosporium spp.* submetidas a tratamentos com fungicidas em diferentes doses em gramas a cada 100 quilos de sementes, foram eles Difenconazole 25 e 30, Iprodione + Thiram 50 + 150, Triadimenol 40, Tebuconazole 15, conseguiram inibir o desenvolvimento dos fungos patogênicos de forma bastante significativa quando comparadas a testemunha, especialmente os tratamentos de Iprodione + Thiram 50 + 150 e Triadimenol 40. Enquanto Ferreira et al (2015) testou o controle de *Fusarium verticillioides* inoculado sobre sementes de milho através de tratamentos com alguns fungicidas, dos quais os tratamentos (fluazinam + tiofanato metílico), (fludioxonil + metalaxil-m + carbendazim + tiram) e (piraclostrobina + tiofanato metílico+fipronil) demonstraram serem os mais eficientes no controle de *Fusarium verticillioides*, com destaque para os tratamentos (fluazinam + tiofanato metílico) e (fludioxonil + metalaxil-m + carbendazim +tiram) que apresentam um controle superior a 98 %.

3.4 Atributos De Qualidade De Sementes

Para que possamos alcançar uma excelente produtividade e um retorno financeiro considerável, devemos ter um manejo bastante intensivo em todas as fases do ciclo da cultura, em especial ainda na escolha de sementes a serem cultivadas. Para França-Neto et al. (2016), o uso de sementes de elevada qualidade é o principal fator necessário requerido para alcançar boas produtividades, pois sementes de elevada qualidade e vigor proporcionaram germinação e emergência das plântulas de maneira rápida e uniforme, resultando na geração de plantas com alto vigor, e conseqüentemente com potencial produtivo mais elevado.

3.4.1 Germinação

A germinação é um fenômeno muito amplo e complexo, pois há várias etapas que antecedem a emergência da plântula, e que são de suma importância para tanto. Segundo De Carvalho e Nakagawa (2012), a germinação é um processo que, como todos os outros eventos biológicos, consome energia. A energia utilizada na germinação é proveniente da degradação

da própria semente, utilizando oxigênio para “queima” desses produtos. Para tanto, o fator primordial é a água, ela desempenha papel principal, pois desencadeia o processo de germinação. Quando é absorvida ocorre um aumento na respiração e de outras atividades metabólicas, que culminam com o fornecimento de energia e de nutrientes para retomada do crescimento por parte do eixo embrionário (GONÇALVES, 2004).

Segundo De Carvalho e Nakagawa (2012), nas dicotiledôneas, como a soja, a germinação se processa com o crescimento mais rápido do epicótilo do que do hipocótilo. A plúmula fica dobrada e protegida pelos cotilédones e o epicótilo cresce perfurando a camada do solo, arrastando as folhas primárias, atingindo a luz e formando a parte aérea. Para que uma semente germine ela deve apresentar condições internas e externas para tanto. Os fatores internos estão mais ligados às características da própria semente, enquanto, os externos ligados a condições de ambiente.

Dentre os fatores que afetam a capacidade de germinação de uma semente podemos destacar a sua longevidade e viabilidade. A longevidade é o período em que uma semente pode viver, geneticamente determinada, quando as condições de armazenamento são ideais. A viabilidade é afetada dentre outros fatores pelas condições ambientais. Conforme De Carvalho e Nakagawa (2012), sob diferentes condições ambientais, sementes de diferentes espécies podem viver mais ou menos tempo.

Dentre os fatores externos, principalmente a água, temperatura e oxigênio devem ser destacados, sendo que a água é o fator inicial para que a germinação inicie. A temperatura exerce efeitos sobre o processo de germinação em si, mas se destaca por modificar a velocidade de ocorrência e por fim o oxigênio atua na degradação de reservas, para fornecer nutrientes e energia para o embrião. Segundo Harrington (1972) a capacidade de armazenamento das sementes ortodoxas pode duplicar a cada 1% de redução no grau de umidade das sementes (dentro do limite de 5 a 14%), ou decréscimo de 5,5 °C na temperatura ambiente (dentro do limite de 0 a 50 °C).

3.4.2 Vigor

Na literatura, diversas são as definições de vigor de sementes. Segundo a definição da AOSA (1983) “Vigor de sementes compreende aquelas propriedades que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais sob uma ampla faixa de condições ambientais” Já segundo o ISTA (1981) “Vigor de

sementes é a soma daquelas propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho de uma semente ou de um lote de sementes durante a germinação e a emergência da plântula”.

Independente das definições pode considerar que vigor é sempre aquele conjunto de propriedades da semente que a levariam a germinar rapidamente e produzir plântulas vigorosas. De Carvalho e Nakagawa (2012), cita que os principais fatores que afetam o vigor de sementes são: fatores genéticos, condições de planta e colheita, danos físicos e mecânicos e danos causados por microrganismos e insetos. Dentre os microrganismos ele destaca os fungos, como grandes responsáveis pela destruição e inviabilidade das sementes durante o armazenamento.

De maneira geral, sementes atacadas por insetos ou infectadas por fungos, geralmente reduzem seu vigor. O ataque de microrganismos no geral pode ocorrer quando as sementes estão ainda a campo ou já armazenadas. Assim, o tratamento químico das sementes é muito importante na preservação do vigor porque evita ou reduz a ação dos fungos e pragas. Sendo assim de suma importância no aumento do vigor e conseqüentemente no maior retorno financeiro.

3.5 Influência do tempo após o tratamento sobre os parâmetros fisiológicos de qualidade das sementes

De maneira geral, com o passar do tempo as sementes reduzem seu potencial de germinação, uma vez que, o processo de deterioração das sementes é um processo inevitável, mas que pode ser amenizado quando as sementes são armazenadas em condições ideais. Longhini et al. (2019) trabalhando com sementes de milho tratadas encontrou que o vigor das sementes é reduzido com o passar do tempo de armazenamento.

Considerando a época de realização, o tratamento de sementes deve ser tal que permita a máxima eficiência do uso do produto, e que não interfira ou que tenha mínima interferência sobre os atributos de germinação e vigor das sementes. Goulart (1998a), recomenda que o tratamento de sementes deve ser realizado no período que antecede a semeadura. Segundo o autor, o maior problema que pode ocorrer quando o tratamento é efetuado antes ou durante o período de armazenamento, é que, as sementes que já se encontram tratadas, e que não venham a ser utilizadas acabam por serem inviabilizadas para outros usos como consumo, por exemplo.

Por outro lado, com o aumento dos tratamentos industriais, e em virtude da maior demanda de sementes tratadas, o armazenamento de sementes já tratadas tornou-se mais frequente. França – Neto et al. (2016) descreve que sementes tratadas industrialmente e armazenadas em embalagens de polipropileno, não apresentam problemas em sua qualidade, desde que, as mesmas já possuam boa qualidade fisiológica, e que o volume de calda utilizada no tratamento não ultrapasse a quantidade de 0,6 L/ 100 Kg de sementes. Isso se deve ao fato de que a umidade excessiva durante o tratamento pode afetar o processo germinativo, ativando o metabolismo e a degradação do amido, além de que a umidade gera uma condição favorável ao desenvolvimento de patógenos existentes na semente, ou no meio de armazenamento (DE CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Henning e Zorato (2001) em teste realizado, com sementes de soja tratadas com alguns fungicidas, e armazenadas por períodos de 30, 60 e 90 dias, comparados com sementes tratadas no dia da semeadura, verificaram que não houve influência negativa na qualidade das sementes tratadas ao longo do armazenamento. Em estudo realizado por Almeida et al (2019), as sementes de soja que foram tratadas com inseticida (Imidacloprido +Tiodicarbe), em conjunto com fungicida (Carbendazim + Thiram), ao longo do período de armazenamento de 180 dias, reduziram significativamente o seu potencial germinativo e a emergência a campo.

Caixeta (2017), em estudos com fungicida a base de trifloxistrobina + protioconazol, em sementes de soja armazenada por períodos de 0, 15 e 30 dias, observou que houve redução nos parâmetros fisiológicos de germinação e índice de velocidade de emergência de plântulas de soja, concluindo que o armazenamento pós-tratamento, afeta de forma negativa as características vegetativas e produtivas da semente. Assim, em virtude dos diferentes resultados encontrados na literatura pode-se considerar que esta questão não possui resposta definitiva e que os testes são restritos à quantidade de produto utilizada bem como dos diferentes princípios ativos testados.

Complementando essa análise, vale também destacar que embora haja diversos trabalhos que demonstrem que não há influência negativa na qualidade fisiológica das sementes tratadas após o armazenamento, é praticamente escassos trabalhos que demonstrem se a eficiência dos produtos utilizados ainda se preserva após o armazenamento.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório de Sementes e Biotecnologia do Instituto Federal de Santa Catarina – Campus de São Miguel do Oeste, nas coordenadas latitude 26° 43'33'', longitude 53° 31' 05'', aos 720 metros de altitude, no período de março a abril de 2023.

Para a realização do experimento foram utilizadas sementes de soja da cultivar Nidera NS 6446 I2X, grupo de maturação 6.4, hábito de crescimento indeterminado e de dia curto, da safra 2021/2022, armazenadas no laboratório de sementes até o momento de início do experimento.

4.1 Delineamento e tratamentos experimentais

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 (tratamento com fungicida) x 4 (tempo de armazenamento), com três repetições. Os tratamentos consistiram em: T (Testemunha sem fungicida, apenas água); C (Fungicida de contato); S (Fungicida sistêmico), armazenadas por 0, 5, 10 e 15 dias após o tratamento.

A aplicação dos fungicidas nas sementes foi realizado com o auxílio de sacos plásticos. Inicialmente os fungicidas foram colocados no fundo do saco na dose recomendada (T: testemunha – sem fungicida, apenas água); C (Fungicida de contato (Captana (Captan® SC 120g de i. a./100kg de sementes))); S (Fungicida sistêmico (Carbendazim (Imperador BR® SC 50g de i. a./100kg de sementes))); cuidando para ser mantido a proporção do volume de calda em (400 ml/100kg de sementes) e sobre estes colocadas as sementes a serem tratadas. Os sacos foram agitados por 3 minutos (com o intuito de garantir adequada homogeneização do produto as sementes), e posteriormente, as sementes foram postas para secar a temperatura ambiente por 24 horas e armazenadas em sacos de papel.

As sementes foram armazenadas por 0, 5, 10 e 15 dias após o tratamento com fungicidas, em local reservado, com temperatura e umidade do ambiente, mas não sofrendo variações bruscas, sendo registrado a média de temperatura e umidade do período através de um datalogger (Figura 1).

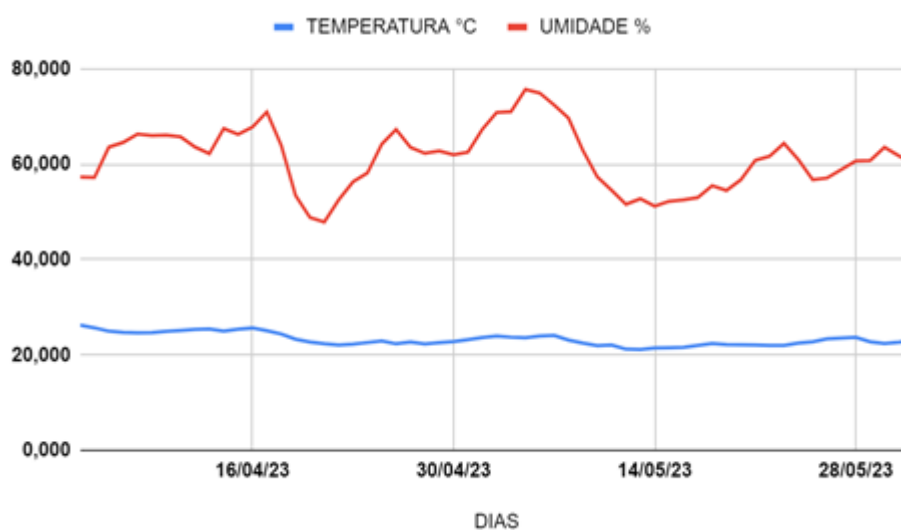


FIGURA - 1 Dados meteorológicos obtidos com o datalogger entre os dias 04/04/2023 a 01/06/2023.

Antes da realização do tratamento das sementes, no laboratório de Fitossanidade foi realizado o teste de qualidade sanitária das sementes de soja. O teste foi realizado pelo método do Papel filtro em placas de Petri “*blotter test*” com 10 sementes em cada, com um total de cinco repetições. As sementes foram depositadas em placas de Petri sobre duas folhas de papel filtro umedecidas com solução de restrição hídrica de NaCl, (BRASIL, 2009). Posteriormente as amostras foram colocadas em câmara de incubação, na temperatura entre 20 ± 2 °C, UR de fotoperíodo de 12 horas, por sete dias. Após este período as sementes foram examinadas individualmente com auxílio de uma lupa. Os seguintes fungos foram identificados colonizando o exterior das sementes: *Aspergillus ssp*, *Colletotrichum truncatum*, *Cercospora kikuchi*, *Fusarium semitectum*, *Phomopsis sojae*, *Rhizopus stolonifer*, *Sclerotinia sclerotium*, e *Penicillium spp*.

4.2 Análises laboratoriais

4.2.1 Teste de germinação e massa seca de plântulas

As sementes já tratadas e segundo os tempos de armazenamento foram submetidas ao teste de germinação (quadruplicatas), realizado conforme as Regras para Análise de Sementes Brasil (2009). Assim, para cada tratamento foram utilizadas 200 sementes distribuídas em 4 rolos de papel contendo 50 sementes em cada. O papel utilizado no teste foi do tipo “*germitest*” umedecidos com água destilada, na proporção equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco.

Os rolos de papel foram colocados em sacos plásticos (para a manutenção da umidade) em câmara de germinação tipo BOD com temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas, sendo a contagem das sementes realizada no oitavo dia. Neste momento, as plântulas eram separadas em normais, anormais e sementes mortas (as sementes classificadas em anormais eram as que apresentavam bastante discrepância para as demais em atributos como, a radícula retorcida, podridão e alta infestação de fungos). O valor de germinação obtido para cada réplica foi analisado, e quando não se encontrava dentro dos limites de tolerância permitida pelo RAS eram retirados e não compunham o resultado final da repetição expresso como uma média das réplicas.

Para o teste de massa seca de plântulas, aquelas plântulas consideradas normais no teste de germinação, excluindo destas os cotilédones, foram acondicionadas em bandejas de alumínio, identificadas e levadas à estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 60°C por um período de 72 horas. Após este período, as plântulas tiveram sua massa avaliada em balança de precisão de 0,001g, e os resultados médios expressos em miligramas por plântula.

4.2.2 Comprimento de plântulas e vigor

Para o teste de comprimento de plântulas foi utilizado o procedimento descrito por Nakagawa (1999), adaptado de AOSA (1983). O teste foi realizado em quintuplicatas com 10 sementes de soja cada. Uma linha foi traçada no terço superior do papel de germinação no sentido longitudinal. Os papéis foram umedecidos com água destilada equivalente a 2,5 vezes a massa seca do papel e as sementes de soja foram posicionadas lado a lado e de forma que micrópila ficasse voltada para a parte inferior do papel. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos posicionados verticalmente no germinador por sete dias a 25°C. Ao final deste período, foi efetuada a medida das partes das plântulas normais emergidas (raiz primária e parte aérea) utilizando-se uma régua. Os resultados médios por plântulas foram expressos em centímetros.

O vigor das sementes foi determinado através do teste de condutividade elétrica. O teste foi realizado em quadruplicata. Para isso, 50 sementes/réplica foram pesadas, colocadas em copos plásticos e adicionadas 75 ml de água ultrapura. As sementes foram mantidas em repouso sob temperatura entre 20 à 25°C por 24 horas para posterior avaliação da

condutividade elétrica. As leituras foram feitas utilizando um condutivímetro e o resultado expresso em $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$.

4.2.3 Análise estatística

A normalidade dos dados foi testada através do teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias através do teste de Bartlett. Quando os dados não apresentaram distribuição normal os mesmos foram corrigidos através de *Box-Cox*. Os dados foram analisados através de Proc GLM do programa estatístico SAS *University*, e quando as médias diferiram entre si foram separadas pelo teste T de *Student* considerando 5% de probabilidade de erro ($P \leq 0,05$).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Germinação das sementes

Houve interação entre o tratamento das sementes e o tempo de armazenamento para as variáveis de porcentagem de germinação e de sementes anormais (Tabela 1). A porcentagem de sementes mortas não apresentou efeito de tratamento ou de interação, embora tenha apresentado tendência ($P < 0,10$) de aumentar com o tempo de armazenamento. A porcentagem de germinação das sementes considerando o tipo de tratamento fúngico utilizado não diferiu entre os tratamentos para os dias zero, 5, e 10, contudo, houve um decréscimo no percentual de germinação para as sementes tratadas com fungicida sistêmico em comparação ao controle e ao fungicida de contato com 15 dias de armazenamento pós-tratamento. Considerando o tempo de armazenamento após o tratamento com fungicida observou-se uma redução na porcentagem de germinação aos 15 dias para as sementes tratadas com fungicida de contato e sistêmico, enquanto no tratamento controle a germinação se manteve igual ao longo do tempo de armazenamento.

Para sementes anormais, apesar de existir interação tratamento*tempo de armazenamento, a principal resposta é observada com o tempo de armazenamento após o tratamento com fungicida, onde, para o controle não houve aumento no percentual de sementes anormais com o passar do tempo, contudo para as sementes tratadas com fungicida

de contato e sistêmico o maior percentual de sementes anormais ocorreu aos 15 dias após o armazenamento com 11 e 22% de sementes anormais respectivamente.

A porcentagem de sementes mortas não apresentou efeito de tratamento ou de interação, embora tenha apresentado tendência ($P < 0,10$) de aumentar com o tempo de armazenamento passando de 2,4 para 5% de sementes mortas para zero e 15 dias após o armazenamento, respectivamente.

TABELA 1 - Porcentagem de germinação, plântulas anormais e sementes de soja tratadas com fungicida de contato ou sistêmico ao longo do tempo de armazenamento.

	<i>Dias após o tratamento</i>				<i>Média</i>	<i>Trat</i>	<i>P =</i>	
	<i>Zero</i>	<i>Cinco</i>	<i>Dez</i>	<i>Quinze</i>			<i>dia</i>	<i>trat*dia</i>
<i>Germinação (%)</i>								
Controle	92Aa	91,5Aa	90Aa	89Aa	90,6	0.0005	<0.0001	<0.0001
Captana	91Aa	92,7Aa	94Aa	86,3Ab	91	(0,763)	(0,8831)	(1,5239)
Carbendazim	89,6Ab	94Aa	91,7Aab	71Bc	86,5			
<i>Média</i>	90,9	92,7	91,9	82,1				
<i>Plântulas anormais (%)</i>								
Controle	6,3Aa	5,5Aa	5,5Aa	7,5Aa	6,21	0.0113	<0.0001	0.0025
Captana	6,7Aab	3,3Ab	4Ab	11Aa	6,25	(0,8431)	(0,9759)	(1,6840)
Carbendazim	7Ab	5Ab	4,3Ab	22Aa	9,58			
<i>Média</i>	6,7	4,6	4,6	13,5				
<i>Sementes mortas (%)</i>								
Controle	1,7	3	4,5	3,5	3,2	0.6466	0.0715	0.1431
Captana	2,3	4	2	2,3	3,2	(0,5946)	(0,6883)	(1,1877)
Carbendazim	3,3	1,0	4	7	3,8			
<i>Média</i>	2,4	2,7	3,5	5,0				

Letras diferentes maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste T a 5% de probabilidade de ao erro. Números entre parênteses se referem ao erro padrão da média.

Como previsto, o tempo de armazenamento pós-tratamento reduziu os atributos de qualidade da germinação das sementes, elevando gradativamente o número de sementes que apresentaram germinação anormal. Além disso, percebe-se que o uso de tratamento de sementes tanto sistêmico quanto de contato diminui o percentual de germinação ao longo do período de armazenamento, sendo que o uso do fungicida sistêmico (Carbendazim) apresentou a maior perda de germinação entre os tratamentos. Achados semelhantes foram encontrados por Goulart et al. (1999), que encontraram redução da qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com Carbendazim isolado e armazenadas por período superior a 60 dias. Esse efeito fitotóxico é citado por outros autores, como Fantinel et al. (2015) que

observaram diminuição de germinação e aumento de sementes mortas pós-tratamento de sementes de Goiaba-Serrana, com Captana e Carbendazim.

Padulla (2009) tratou sementes de Pau-Brasil com Captana e constataram uma redução na germinação e na incidência de plântulas anormais, corroborando com os resultados encontrados no presente projeto. Sugere-se que o efeito fitotóxico pode ser causado pela dosagem recomendada dos produtos no tratamento de sementes, podendo causar diminuição de vigor e morte da semente devido à quantidade de princípio ativo presente.

De forma contrária, Lazarotto et al. (2013) utilizando tratamento químico de Captana e Biológico de Agrotich plus para tratar sementes de *Cedrela fissilisa* inoculadas com *Rhizoctonia sp*, não observaram diferença nos índices de plântulas germinadas tidas normais quando comparada a testemunha.

Henning e Zorato (2001) em trabalho com sementes de soja tratadas com Carbendazim + Thiram, e armazenadas por períodos de 30, 60 e 90 dias, não observaram influência negativa dos tratamentos no teste de germinação, e de forma contrária encontraram resultados superiores quando comparadas a testemunha sem tratamento. Demonstrando assim, que o uso associado do Carbendazim e outro princípio ativo, no caso o Thiram, não influencia negativamente na germinação, além de garantir maior sanidade no período de armazenamento.

O mesmo efeito positivo do tratamento fúngicos Carbendazim + Thiram durante o período de armazenamento também foi observado por Sene et al. (2020), em sementes de arroz tratadas e armazenadas por até 135 dias. Concluindo assim que sementes de arroz tratadas com essa associação apresentam, de modo geral, maiores potenciais fisiológicos.

A hipótese mais plausível como foi observado por Toledo et al. (2011), está no efeito fitotóxico do princípio ativo Carbendazim. Em experimento com sementes de soja sem dessecação e tratadas com diferentes princípios ativos, no quinto dia de avaliação as sementes que foram tratadas com Carbendazim apresentaram o menor índice de vigor entre os demais tratamentos. Entre os demais tratamentos estava a Captana, que apresentou resultado superior ao Carbendazim no quinto dia, porém inferior aos demais tratamentos que consistiam em Thiram, Tolyfluanid, Carboxin+Thiram, Fludioxonil+Metalaxyl-M, Difenoconazole e Thiabendazole.

Esse efeito fitotóxico pode estar ligado com o modo de ação do Carbendazim e Captana nos fungos, afetando a germinação e vigor das sementes. No caso do Carbendazim,

como citado anteriormente, este, age na formação das tubulinas que atuam na polimerização dos microtúbulos, polímeros que tem como função ser componente do aparelho mitótico, ancoragem de organelas, organização dos cromossomos, formação de parede celular e principalmente participam diretamente na estrutura celular. Podemos deduzir que a partir de dosagens acima do recomendado, além de tempo de armazenamento como mostrado no trabalho, podem não só ter efeito nos fungos, mas também nas estruturas das sementes, afetando na divisão celular do embrião, formação de parede celular e quebra de estrutura, explicando a maior quantidade de plantas anormais encontradas com o uso dos fungicidas.

5.2 Comprimento e massa seca de plântulas

O comprimento de parte aérea foi superior no dia zero com média de 5,5 cm, reduzindo após esse período para 4,4 cm, independentemente do tratamento fúngico das sementes (Tabela 2). Para a variável comprimento de raiz não houve efeito de tratamento, tempo ou interação entre as variáveis, com uma média de 10, 7 cm independentemente do tratamento com fungicida ou tempo de armazenamento. Para peso seco de plântulas, houve efeito da interação tratamento*tempo de armazenamento. Considerando o tratamento fúngico, para o dia zero, o tratamento com fungicida sistêmico apresentou a maior massa seca de plântula, seguido do tratamento com fungicida de contato e por fim o tratamento controle. Já para 5, 10 e 15 dias de armazenamento a massa seca de plântulas não diferiu entre os tratamentos com médias de 0,0263, 0,03201 e 0,2842g/plântula, respectivamente. Ao analisar a variável tempo de armazenamento após o tratamento fúngico, o controle não apresentou redução na massa seca de plântula com o passar do tempo de armazenamento com média de 0,0294g/plântula. Já o tratamento com fungicida de contato teve redução na massa seca de plântula aos 5 e 15 dias de armazenamento, enquanto o tratamento com fungicida sistêmico teve a menor massa seca de plântula aos 15 dias de armazenamento.

TABELA 2 - Comprimento de parte aérea e raiz (cm) e de massa seca de plântulas (g/plântula) de sementes de soja tratadas com fungicida de contato ou sistêmico ao longo do tempo de armazenamento.

	<i>Dias após o tratamento</i>				<u>Média</u>	<i>P =</i>		
	<i>Zero</i>	<i>Cinco</i>	<i>Dez</i>	<i>Quinze</i>		<i>trat</i>	<i>dia</i>	<i>trat*dia</i>
<i>Comprimento de parte aérea (cm)</i>								
Controle	5,6	4,5	3,2	3,7	4,3	0.2050	0.0235	0.2653
Captana	5,4	5	4,2	4,9	4,9	(0,2624)	(0,3029)	(0,5240)
Carbendazim	5,4	4,4	5,4	4,3	4,9			
<i>Média</i>	5,5 ^a	4,6 ^B	4,3 ^B	4,3 ^B				
<i>Comprimento de raiz (cm)</i>								
Controle	9,9	10,3	11,4	9,7	10,4	0.1112	0.3171	0.8977
Captana	10,6	12	11,9	12	11,3	(0,4751)	(0,5485)	(0,9488)
Carbendazim	9,8	9,4	11,3	10,8	10,6			
<i>Média</i>	10,1	10,6	11,5	10,9				
<i>Peso seco (g/plântula)</i>								
Controle	0,0306Ca	0,0279Aa	0,0314Aa	0,0279Aa	0,0294	0.0502	<0.0001	0.0420
Captana	0,0345Ba	0,0274Ab	0,0316Aa	0,0281Ab	0,0304	(0,00058)	(0,00067)	(0,001157)
Carbendazim	0,0378Aa	0,0263Ac	0,0330Ab	0,0292Ac	0,0316			
<i>Média</i>	0,03431	0,02721	0,03201	0,02842				

Letras diferentes maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste T a 5% de probabilidade ao erro. Números entre parênteses se referem ao erro padrão da média.

No presente projeto o comprimento de parte aérea de plântula, apesar de ter diminuído quando as sementes foram armazenadas em comparação ao dia zero, não houve influência do tratamento utilizado, demonstrando assim, que essa redução não é associada ao tratamento fúngico das sementes. Corroborando com nossos achados, Bayset al. (2007) também não verificaram diferença no comprimento de plântulas de sementes de soja tratadas com Carbendazim + Thiram quando comparadas com sementes sem tratamento. Conceição et al. (2014), utilizando uma mistura de Carbendazim + Thiram, também não verificaram mudanças relacionadas à aplicação de fungicidas em relação ao comprimento de plântulas. De outra forma Toledo et al. (2011), trabalhando com sementes de soja tratadas com Carbendazim ou outros princípios, observaram logo no terceiro dia de avaliação, influência negativa no comprimento de plântulas tratadas com Carbendazim, se comparadas aos demais tratamentos fúngicos que consistiam em Captan, Thiram, Tolyfluanid, Carboxin+Thiram, Fludioxonil+Metalaxyl-M, Difenconazole e Thiabendazole.

5.3 Vigor

Houve efeito da interação tratamento*tempo de armazenamento para a variável condutividade elétrica (Tabela 3). Considerando o tratamento fúngico das sementes, não houve diferença entre eles no dia zero e 10 dias de armazenamento com média de 60,3 $\mu\text{S/cm/g}$ e 79,6 $\mu\text{S/cm/g}$, respectivamente. Enquanto para o dia cinco o tratamento com fungicida de contato apresentou o maior valor e o sistêmico o menor, com o tratamento controle não diferindo de ambos. Já para 15 dias de armazenamento o tratamento com fungicida sistêmico apresentou o maior valor de condutividade indicando, portanto, um menor vigor destas sementes. Ao analisar o tempo de armazenamento após o tratamento das sementes, independentemente do tipo de tratamento é possível observar aumento na condutividade elétrica com o passar do tempo de armazenamento, principalmente com 10 e 15 dias de armazenamento.

TABELA 3 — Condutividade elétrica ($\mu\text{S/cm/g}$) de sementes de soja tratadas com fungicida de contato ou sistêmico ao longo do tempo de armazenamento.

	<i>Dias após o tratamento</i>				<i>Média</i>	<i>trat</i>	<i>P =</i>	
	<i>zero</i>	<i>Cinco</i>	<i>Dez</i>	<i>Quinze</i>			<i>Dia</i>	<i>trat*dia</i>
Controle	62,8Ac	57,9ABc	82,9Ab	102Ba	76,4	0,9740	<0,0001	0,0075
Captana	64,2Ab	69,4Ab	74,4Ab	99,7Ba	76,9	(1,9909)	(2,2989)	(3,9818)
Carbendazim	54Ac	56Bc	81,4Ab	116,4Aa	77			
<i>Média</i>	60,3	61,1	79,6	106,0				

Letras diferentes maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste T a 5% de probabilidade ao erro. Números entre parênteses se referem ao erro padrão da média.

No teste de vigor por condutividade elétrica são mensurados os valores da quantidade de eletrólitos liberados pela semente na solução de embebição. A quantidade de eletrólitos na água relaciona-se diretamente com o nível de degradação das membranas da semente, indicando o seu grau de integridade (VIERA e KRZYZANOWSKI, 1999).

Para o definir um lote de sementes como adequado alguns valores mínimos são estabelecidos. Lotes que apresentam condutividade abaixo de 70 $\mu\text{S/cm/g}$ indicam boa qualidade, até 90 $\mu\text{S/cm/g}$ qualidade média e maior que 90 $\mu\text{S/cm/g}$ baixa qualidade. Do dia zero até 10 dias pós-tratamento, as sementes apresentaram boa e média qualidade, mas com acréscimo crescente em seus valores, não havendo de maneira geral diferenças entre os tratamentos, indicando apenas a ação do tempo como agente degradador. Contudo, aos 15 dias após o tratamento das sementes, é possível observar que o uso do fungicida sistêmico é o que mais compromete a integridade das membranas das sementes.

Couto et al. (2021), em testes com cultivares comerciais de soja BRS 360 RR e BRS 284, submetidas a diferentes formulações de tratamentos químicos e armazenadas por 60 dias, concluíram que o tratamento das sementes aumentou o valor do teste de condutividade elétrica, indicando maior perda de eletrólitos da semente para a solução. Já para De Marchi (2001), trabalhando com sementes de milho tratadas com fungicidas e inseticidas, encontrou efeito negativo sobre o vigor com aumento nos valores da condutividade elétrica, somente em sementes tratadas com inseticidas e fungicidas conjugados, enquanto tratamentos utilizando apenas os fungicidas Maxin XL, Captan 750 TS, Vitavax - Thiram 200 SC não interferiram nos resultados.

Contrário aos achados no presente projeto, Vazques et al. (2014), realizando o tratamento químico de sementes de milho com os produtos comerciais (Imidacloprid+Thiodicarbe) Cropstar; (Thiamethoxam) Cruiser 350TS; (Fipronil) Standak; (Fipronil+ Piraclostrobyn+Thiophanate-methy) Standak Top não encontraram diferenças para o teste de condutividade elétrica, quando as sementes foram armazenadas por até 35 dias após o tratamento. A cultivar AL Bandeirante tratada apenas com Captana apresentou elevação de apenas 2,51 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ 35 dias após o tratamento.

6. CONCLUSÕES

O uso de fungicidas de contato (Captana) e sistêmico (Carbendazim) em tratamento de sementes de soja afeta sua qualidade fisiológica e de vigor quando o tempo de armazenamento é igual ou superior a 10 dias. Além disso, vale destacar que o uso isolado de Carbendazim é mais danoso à qualidade das sementes tratadas se comparado ao uso isolado do Captana. Assim, é possível sugerir que o uso do tratamento de sementes deve ser priorizado com antecedência máxima de duas semanas da data de plantio, principalmente quando fungicidas sistêmicos (Carbendazim) forem utilizados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIOVE. **Relatório de exportações:** complexo soja e milho junho/2022. 2022. Disponível em: <https://abiove.org.br/wp-content/uploads/2022/06/exp_202206.pdf>. Acesso em: 04 de junho de 2022.

AGROLINK. **Características da soja.** 2022. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/caracteristicas_361509.html>. Acesso em: 02 de junho de 2022.

ALMEIDA, Andreia da Silva; CATELLANOS, Cesar Ivan Suarez; DEUNER, Cristiane; BORGES, Caroline Terra; MENEGHELLO, Geri Eduardo. Efeitos de inseticidas, fungicidas e biorreguladores na qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento. **Revista de Agricultura.** v.89, n3, p. 172–182, 2014.

ALMEIDA, Andreia da Silva; JAUER, Adilson; TUNES, Lilian Madruga de. **Armazenamento de sementes de soja com tratamento industrial.** In: Anais do II Congresso Online para Aumento de Produtividade do Milho e Soja. Anais. Santa Maria (RS) Mais Soja, 2019. Disponível em: <www.even3.com.br/anais/comsoja/173095-armazenamento-de-sementes-de-soja-com-tratamento-industrial>. Acesso em: 08 de junho de 2022.

APROSOJA. **A história da soja.** 2022. Disponível em: <<http://www.aprosoja.com.br/soja-e-milho/a-historia-da-soja>>. Acesso em: 22 de Junho de 2022.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (AOSA). **Seed vigor testing handbook.** 1983. 93 p.

BALARDIN, Ricardo Silveiro; FACCO, Milton José. Eficiência e fitotoxicidade de fungicidas no controle de *Drechslera teres* em sementes de cevada (*Hordeum vulgare*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 24, n 2, p. 257- 260, 1994.

BARROS, Ricardo. **Tecnologia e Produção: Soja e Milho 2008/2009.** Fundação-MS, p. 109-122, 2008.

BAYS, Rodrigo; BAUDET, Leopoldo; HENNING, Ademir Assis; FILHO, Orlando Lucca. Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e polímero. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 29, nº 2, p.60-67, 2007.

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

BRZEZINSKI, C.R.; ABATI, J.; ZUCARELI, C.; HENNING, F.A.; HENNING, A.A.; COLOMBO, R.C.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica para a determinação do vigor em sementes de soja tratadas e armazenadas. VII Congresso brasileiro de soja. Anais. Florianópolis (SC), 2015. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/125860/1/R.-350-TESTE-DE->

CONDUTIVIDADE-ELETRICA-PARA-A-DETERMINACAO-DO-VIGOR.PDF>. Acesso em: 01 de agosto de 2023.

CAIXETA, Camila Pereira. **Armazenamento de sementes tratadas com fungicidas no desempenho da cultura da soja**. 2017. 46 p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, faculdade de agronomia do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, 2017.

CAMPOS, Margarida de Cássia. Expansão da soja no território nacional: O papel da demanda internacional e da demanda interna. **Revista Geografares**, v.1, n.8, p. 1–19, 2010.

CLEMONS, G. P.; SISLER, H. D. 1971. Localization of the site of action of a fungitoxic benomyl derivate. **Bioquímica e Fisiologia de Pesticida**, v. 1, n. 1, p. 32-43, 1971.

CONAB. **Produção de grãos da safra 2020/21 segue como maior da história: 268 milhões de toneladas**. 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ULTIMAS-NOTICIAS/3691-PRODUCAO-DE-GRAOS-DA-SAFRA-2020-21-SEGUE-COMO-MAIOR-DA-HISTORIA-268-9-MILHOES-DE-TONELADAS>>. Acesso em: 01 de Junho de 2022.

CONCEIÇÃO, Gerusa Massuquini; BARBIERI, Ana Paula Piccinin; LÚCIO, Alessandro Dal'col; MARTIN, Thomas Newton; MERTZ, Liliane Marcia; MATTIONI, Nilson Matheus; LORENTZ, Leandro Homrich. Desempenho de plântulas e produtividade de soja submetida a diferentes tratamentos químicos nas sementes. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 6, p. 1711-1720, 2014.

COOLEY, R. N.; CATEN, C. E. Molecular analysis of the *Septoria nodorum* β -tubulin gene and characterization of a benomyl-resistance mutation. **Molecular and General Genetics**, v. 237, p. 58-64, 1993.

COUTO, Ana Paula Silva; BRZEZINSKI, Cristian Rafael; ABATI, Julia; COLOMBO, Ronan Carlos; HENNING, Fernando Augusto; FONSECA, Inês Cristina de Batista; ZUCARELI, Claudemir. Electrical conductivity test in the evaluation of the physiological potential of treated and stored soybean seeds. **Semina Ciências Agrárias**. Londrina, v. 42, n. 6, p. 3135-3148, 2021.

DA SILVA, Clarissa Santos; FILHO, Orlando Antônio Lucca; ZIMMER, Paulo Dejalma; FILHO, Roberto Moura Bonini. Efeito do tratamento químico sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de arroz com diferentes graus de umidade. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 33, nº 3 p. 426 - 434, 2011.

DAVIDSE, L. C. 1973. Antimitotic activity of methyl benzimidazol-2-yl carbamate (MBC) in *Aspergillus nidulans*. **Bioquímica e Fisiologia de Pesticidas**, v. 3, n. 3, p. 317-325, 1973.

DE CARVALHO, Nelson Moreira; NAKAGAWA, João. **Sementes, ciência, tecnologia produção** 5º edição. Jaboticabal, SP: Funep, 2012. 590 p.

DE MARCHI, José Luíz. **Procedimentos para a condução do teste de condutividade elétrica para a avaliação do vigor de sementes de milho**. 2001. 49 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Piracicaba, 2001.

EMBRAPA. Características da soja. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/EN/AGENCIA-DE-INFORMACAO-TECNOLOGICA/CULTIVOS/SOJA/PRE-PRODUCAO/CARACTERISTICAS-DA-ESPECIE-E-RELACOES-COM-O-AMBIENTE/CARACTERISTICAS-DA-SOJA>>. Acesso em: 02 de Junho de 2022.

EMBRAPA. **Evolução e cenário atual do tratamento de sementes de soja com fungicidas no Brasil**. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/BUSCA-DE-NOTICIAS/-/NOTICIA/65682139/ARTIGO---EVOLUCAO-E-CENARIO-ATUAL-DO-TRATAMENTO-DE-SEMENTES-DE-SOJA-COM-FUNGICIDAS-NO-BRASIL>>. Acesso em: 02 de Junho de 2022.

EMBRAPA. **Historia da soja**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/SOJA/CULTIVOS/SOJA1/HISTORIA>>. Acesso em: 03 de Junho de 2022.

FANTINEL, Vinícius Spolaor; DE OLIVEIRA, Luciana Magda; CASA, Ricardo Trezzi; DA ROCHA, Emerson Couto; SCHNEIDER, Priscilla Félix; VICENTE, Dalciana. Tratamentos de sementes de goiaba-serrana (*Acca sellowiana*): efeito na incidência de fungos e na germinação. **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 84-89, 2015

FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; PADUA, G. P.; CATTELAN, A. J. Efeitos fitotóxico do tratamento de sementes de soja com os fungicidas Bromuconazole e Rhodiauram I. **Informativo ABRATES**. Londrina, v.11, n.3, p.152, 2001.

FRANÇA-NETO, José de Barros; KRZYZANOWSKI Francisco Carlos. Vigor de sementes. **Informativo ABRATES**. v1, n.3, p. 81-84, 2001.

FRANÇA-NETO, José de Barros; KRZYZANOWSKI Francisco Carlos; HENNING Ademir Assis; DE PÁDUA Gilda Pizzolante; LORINI Irineu; HENNING, Fernando Augusto. **Tecnologia da produção de sementes de soja de alta qualidade**. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n.380). Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82 p.

GARCÍA, P. C.; RUIZ, J. M.; RIVERO, R. M.; LÓPEZ-LEFEBRE, L. R.; SÁNCHEZ, E.; ROMERO, L. Is the application of carbendazim harmful to healthy plants? Evidence of Weak Phytotoxicity in Tobacco. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 2, p. 279-283, 2001.

GÓMEZ, Diana Érica. **Cercospora sojina**: produção de esporos, densidade de inóculo e reação de cultivares de soja. 2011. 95 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2011.

GONÇALVES, Leonel Pereira Neto. **Germinação de sementes de soja armazenados em banco de germoplasma, universidade federal de lavras**. 2004, 76 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - UFLA, Lavras 2004.

GOULART, Augusto Cesar Pereira. **Fungos em sementes de soja detecção, importância e controle**. 2. ed. Brasília: Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados 2004, 72 p.

GOULART, Augusto Cesar Pereira. Tratamento de sementes de soja com fungicidas: recomendações técnicas. EMBRAPA-CPAO. **Circular Técnica**, 8, Dourados 1998a, 32 p.

GOULART, Augusto Cesar Pereira. **Avaliação do efeito residual de alguns fungicidas no controle de doenças dos órgãos aéreos do trigo**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. 25 p.

GOULART, Augusto Cesar Pereira; FIALHO, Werlaine Fátima Basso.; FUJINO, Marco Tadao. Viabilidade técnica do tratamento de sementes de soja com fungicidas antes do armazenamento. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, **Boletim de Pesquisa**, 2, 1999. 41 p.

GOULART, Augusto Cesar Pereira; NUNES, João Carlos da Silva. **Evolução e cenário atual do tratamento de sementes de soja com fungicidas no Brasil**. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/65682139/artigo---evolucao-e-cenario-atual-do-tratamento-de-sementes-de-soja-com-fungicidas-no-brasi>>. Acesso em: 12 de junho de 2022.

HARRINGTON, J.F. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T.T., (Ed.). Seed Biology, New York: **Academic Press**, v.3, p.145-245, 1972.

HENNING, Ademir Assis; ZORATO, Maria Fátima. Influência de tratamentos fungicidas antecipados, aplicados em diferentes épocas de armazenamento, sobre a qualidade de sementes de soja. **Revista brasileira de sementes**, Vol 23, n° 2, p. 236 - 244, 2001.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). **Handbook of vigor test methods**. Zurich, Switzerland, 1981. 72 p.

KIMATI, H; AMORIM, L; REZENDE, J.A.M. Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. v.2, n.4. São Paulo: Ceres, 2005. 621 p.

LANFERDINI, Diego. **Influência do Vigor Inicial e do Tempo de Armazenamento na Qualidade Fisiológica de Sementes de Soja Tratadas Industrialmente**. 2017. 33 p. Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas – Pelotas, 2017.

LAZAROTTO, Marília; MUNIZ, Marlove Fátima Brião; BELTRAME, Rafael; DOS SANTOS, Álvaro Figueredo; MÜLLER, Jucéli; ARAÚJO, Maristela Machado. Tratamentos biológico e químico em sementes tratamentos biológico e químico em sementes de *Cedrela fissilis* para controle de *Rhizoctonia* sp. **Cerne**, Lavras - MG, v. 19, n. 1, p. 169-175, 2013.

LONGHINI, Kleber Lopes; NASCIMENTO, Lucas Manoel Bida; FARIA, Sinesio Torres Neto et al. **Influência do tempo de armazenamento de sementes de milho tratadas com fungicida e inseticida**. XI Encontro Internacional de Produção Científica, 2019.

MOREIRA, C.; CORADI, D.; BRAZ, J.; MURATORI, L.; SANTANA, T. **Reavaliação toxicológica do ingrediente ativo carbendazim**. ANVISA: Agenda Regulatória 2021-2023 - Tema n° 2.4 CREA/GEMAR/GGTOX Terceira Diretoria. Disponível em:

<<https://assets.revistacultivar.com.br/58de5032-d957-44d4-8190-338f48a9aef9.pdf>>. Acesso em: 07 de outubro de 2023.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: **ABRATES**, p.2.1-2.24

OLIVEIRA, Carolina Rossi; OLIVEIRA, Carina Oliveira; MÜLLER, Francihele Cardoso et al. **Produção e tecnologia de sementes**. Porto Alegre : SAGAH, p. 205-223, 2021.

PADULLA, Tathiana Lisbôa. **Fungos associados a sementes de pau-brasil: efeito de local, colheita e armazenamento, benefícios e controle com fungicidas**. 2006. 59 p. Dissertação (Mestrado) - Escola superior de agricultura Luiz de Queiroz - Piracicaba, 2006.

PEREIRA, O.A.P. Tratamento de sementes de milho. In: **Simpósio brasileiro de patologia de sementes**, 2., 1986, Campinas. Palestras. Campinas: Fundação Cargill, p. 145-148. 1986.

PINTO, N. F. J. A. Eficiência de fungicidas no tratamento de sementes de milho visando o controle de *Fusarium moniliforme* e *Pythium* sp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 8, p. 797-801, 1997.

PODER 360. **Brasil bateu recorde na safra de soja em 2021**. 2022. Disponível em<<https://www.poder360.com.br/agronegocio/brasil-bateu-recorde-na-safra-de-soja-em-2021/>>. Acesso em: 05 de junho de 2022.

REVISTA CULTIVAR. **Tratamento de sementes com fungicidas: uma prática de baixo custo que previne grandes prejuízos**. 2015. Disponível em: <<https://revistacultivar.com.br/artigos/tratamento-de-sementes-com-fungicidas-uma-pratica-de-baixo-custo-que-previne-grandes-prejuizos>>. Acesso em: 22 de junho de 2022.

RICHETTI, Alceu; GOULART, Augusto César Pereira. Adoção é custo do tratamento de sementes na cultura da soja. **Comunicado técnico**. n. 247, Dourados, MS, 2018, 8 p.

SANGEETHA, R. Activity of superoxide dismutase and catalase in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) in response to carbendazim. **Indian Journal of Pharmaceutical Sciences**. V. 72. P .116-118. 2010

SEDIYAMA, Tuneo; BEZERRA, André Ricardo Gomes; DA SILVA, Antônio Alberto et al. **Produtividade da Soja**. Londrina PR: Macenas LTDA, 2016, 309 p.

SENE, Maicon Rodrigues da Silva; PEREIRA, Carlos Eduardo; FLÔRES, Jordana de Araújo; KIKUTI, Ana Lúcia Pereira. Tratamento fungicida e peliculização de sementes de arroz armazenadas. **Magistra**, Cruz das Almas – BA, V. 31, p. 789 - 798, 2020

TSUKADA, Julie. **Fungicidas: tudo o que você precisa saber sobre esses defensivos agrícolas**. 2022. Disponível em:< <https://agriq.com.br/fungicidas/>>. Acesso em: 10 de junho de 2022.

TOLEDO, M.Z.; CAVARIANI, C.; BENNETT, M.A.; FRANÇA NETO, J.B. Fitotoxicidade em plântulas de soja decorrente da dessecação das plantas e tratamento das sementes.

Resumos da XXXII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil - São Pedro, SP, 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/41915/1/toledop.357-360.pdf>> . Acesso em: 13 de Agosto de 2023.

USDA. **DATAGRO eleva área e estimativa de produção de soja na safra 2020/21 do Brasil**. 2020. Disponível em: <<https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/soja/275048-datagro-eleva-area-e-estimativa-de-producao-de-soja-na-safra-202021-do-brasil.html#.Yq0bc3bMLIU>>. Acesso em: 02 de Junho de 2022.

VAZQUEZ, Gisele Herbst; CARDOSO, Renata Danielle; PERES, Amanda Ribeiro. Tratamento químico de sementes de milho e o teste de condutividade elétrica. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 3, p. 773-781, 2014.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. cap. 4, p. 1-26.

ZANON, Alencar Junior; DA SILVA, Michel Rocha; TAGLIAPIETRA, Eduardo Lago et al. **Eco fisiologia da soja visando altas produtividades**. Santa Maria: 2018, 134 p.

ZAVARIZ, Cecília. **Contaminação por uso de mercúrio no brasil**. 2004. Disponível em: <http://acpo.org.br/inf_atualizadas/2004/pag_e_pdf/unep_hg.pdf>. Acesso em: 10 de junho de 2022.