



ARIELA PEREIRA MESQUITA

**SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM INSETICIDAS E
ARMAZENADAS EM FUNÇÃO DO VIGOR INICIAL DO LOTE**

**LAVRAS - MG
2023**

ARIELA PEREIRA MESQUITA

**SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM INSETICIDAS E ARMAZENADAS EM
FUNÇÃO DO VIGOR INICIAL DO LOTE**

Monografia apresenta à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Everson Reis Carvalho
Orientador

**LAVRAS - MG
2023**

ARIELA PEREIRA MESQUITA

**SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM INSETICIDAS E ARMAZENADAS EM
FUNÇÃO DO VIGOR INICIAL DO LOTE**

**SOYBEAN SEEDS TREATED WITH INSECTICIDES AND STORED DEPENDING
ON THE INITIAL VIGORITY OF THE BATCH**

Monografia apresenta à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 14 de novembro de 2023.

Prof. Dr. Everson Reis Carvalho UFLA

Venicius Urbano Vilela Reis UFLA

Ms. Danilo Cordeiro Maciel UFLA

Prof. Dr. Everson Reis Carvalho
Orientador

**LAVRAS - MG
2023**

*A Deus por ter me iluminado durante todo meu caminho.
Aos meus pais Helena e Adenilson e minha irmã Luana por todo apoio, amor e cumplicidade.
Ao meu noivo Dehon por todo companheirismo.
E a todos meus familiares e amigos.*

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me guiado e iluminado meu caminho durante meus cinco anos de graduação.

Aos meus pais Adenilson Mesquita e Helena Pereira por toda confiança, me apoiando e ajudando com muito amor e carinho nesta minha trajetória.

A minha irmã Luana e meu sobrinho Davi por todo companheirismo e apoio.

Ao meu noivo Dehon Corrêa por todos os incentivos e contribuições, me ajudando em busca do meu sonho.

A minha madrinha Adriana por sempre estar ao meu lado me incentivando e apoiando.

Aos meus avós paternos Paulo e Josefina e maternos Antônio e Aparecida por todas orações e apoio.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Setor de Sementes - DAG e a todos os profissionais e técnicos que estiveram me ajudando no dia a dia do laboratório.

Ao Prof. Dr. João Almir Oliveira pela oportunidade de trabalhar em sua equipe.

Ao meu orientador Prof. Dr. Everson Reis Carvalho por todas as instruções e ensinamentos ao longo de minha iniciação científica e toda sua equipe de orientados (Venicius, Debora, Amanda, Jhonata, Danilo, Hellen, Luan, Pedro Henrique, Elias, Luís Flávio, Larissa, José Enrico e Rodrigo) que tornaram os experimentos mais leves e agradáveis de serem conduzidos me auxiliando com toda a ajuda possível.

A todos professores, técnicos e funcionários da Universidade Federal de Lavras (UFLA) que tornaram minha formação possível.

Ao Núcleo de Estudos em Ciências do Solo (NECS), por todos os ensinamentos adquiridos e pela oportunidade de me desenvolver profissionalmente e pessoalmente.

Ao Programa de Educação Tutorial (PET Agronomia), por ter contribuído em minha formação acadêmica e por todas as amizades.

A todos meus amigos que fiz durante a graduação, em especial Hellen, Nádia, Eduarda e Lara por todo apoio e incentivo nos momentos em que mais precisei, com vocês essa trajetória se tornou mais leve e prazerosa.

Aos membros da banca examinadora pelas contribuições para este trabalho.

A toda minha família e amigos que de alguma forma contribuíram para minha formação.

MUITO OBRIGADA À TODOS!

RESUMO

A soja é considerada o principal insumo exportado no agronegócio brasileiro. Visto isso, a qualidade das sementes e o controle de pragas e doenças iniciais é de suma importância para um bom estabelecimento de estande e sanidade das plântulas emergidas, sendo o tratamento de sementes o principal meio de proteção inicial, porém há ocorrência de fitotoxidez durante o armazenamento dependendo do produto utilizado, principalmente alguns inseticidas. Dessa forma, objetivou-se avaliar a influência de diferentes inseticidas no tratamento de sementes de soja sobre a qualidade fisiológica de sementes durante o armazenamento, em função do vigor inicial do lote. O experimento foi realizado no Laboratório Central de Pesquisa em Sementes (LCPS) e o tratamento de sementes aconteceu na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS), localizada no Setor de Sementes, DAG, Universidade Federal de Lavras (UFLA), a cultivar de soja utilizada foi a Brasmax Zeus IPRO, em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em fatorial triplo 4x2x3, com quatro tratamentos de sementes controle, Fortenza Duo[®] (Ciantraniliprole e Tiametoxam), Cropstar[®] (Imidacloprido e Tiodicarbe) e Poncho[®]+ Shelter[®] (Clotianidina e Fipronil), dois níveis de vigor, baixo e alto, e em três épocas de armazenamento, 0, 30 e 60 dias após o tratamento em incubadora tipo B.O.D. a 15 °C ± 1°C, sem controle de umidade relativa. Os testes realizados para as avaliações fisiológicas foram: germinação em papel, germinação em papel com vermiculita, envelhecimento acelerado em papel e envelhecimento acelerado em substrato. A utilização de inseticidas neonicotinoides no tratamento de sementes é prejudicial a qualidade fisiológica, principalmente em lotes de baixo vigor, quando submetidas a armazenamento. O período de armazenamento seguro para as sementes dessa cultivar, sem que se afete a sua qualidade fisiológica, para sementes de lotes de alto vigor independente do tratamento com inseticida é de 30 dias, já para as sementes de baixo vigor, o armazenamento não é recomendado.

Palavras chaves: Armazenamento. Neonicotinoides. Tratamento de Sementes.TSI.

ABSTRACT

Soybeans is considered the main input exported in Brazilian agribusiness. In view of this, the quality of the seeds and the control of pests and initial diseases is of paramount importance for a good stand establishment and health of the emerged seedlings, with seed treatment being the main means of initial protection, however, there is an occurrence of phytotoxicity during the storage depending on the product used, especially some insecticides. Thus, the objective was to evaluate the influence of different insecticides in the treatment of soybean seeds on the physiological quality of seeds during storage, depending on the initial vigor of the batch. The experiment was carried out at the Central Seed Research Laboratory (LCPS) and the seed treatment took place at the Seed Processing Unit (UBS), located in the Seed Sector, DAG, Federal University of Lavras (UFLA), the soybean cultivar used was Brasmax Zeus IPRO, in a completely randomized design (DIC) in a 4x2x3 triple factorial, with four control seed treatments, Fortenza Duo[®] (Cyantraniliprole and Thiamethoxam), Cropstar[®] (Imidacloprid and Thiodicarb) and Poncho[®] + Shelter[®] (Clotianidin and Fipronil), two vigor levels, low and high, and three storage periods, 0, 30 and 60 days after treatment in a B.O.D. incubator. at 15 °C ± 1°C, without relative humidity control. The tests carried out for physiological evaluations were: germination on paper, germination on paper with vermiculite, accelerated aging on paper and accelerated aging on substrate. The use of neonicotinoid insecticides in seed treatment is harmful to physiological quality, especially in batches with low vigor, when subjected to storage. The safe storage period for the seeds of this cultivar, without affecting their physiological quality, for seeds from high vigor lots regardless of insecticide treatment is 30 days, whereas for low vigor seeds, storage is not recommended.

Keywords: Storage. Neonicotinoids. Seed Treatment. TSI.

LISTAS DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Tratamentos de sementes industriais com inseticidas | 20 |
|--|----|

LISTAS DE FIGURAS

- Figura 1 - Resultado da porcentagem do teste de germinação em rolo de papel, em sementes de soja de vigor alto e baixo, com diferentes tratamentos de sementes, durante o período de armazenamento 24
- Figura 2 - Resultado do desdobramento de TS dentro dos lotes, pelo teste de germinação em vermiculita, em sementes de soja de vigor alto e baixo, com diferentes tratamentos de sementes, durante o período de armazenamento..... 25
- Figura 3 - Resultado do desdobramento de Lotes dentro das épocas, pelo teste de germinação em vermiculita, em sementes de soja de vigor alto e baixo, com diferentes tratamentos de sementes, durante o período de armazenamento 26
- Figura 4 - Porcentagem de plântulas fortes, pelo teste de germinação em rolo de papel (5 dias), em sementes de soja de vigor alto e baixo, com diferentes tratamentos de sementes, durante o período de armazenamento 27
- Figura 5 - Resultado do desdobramento de Lotes dentro das épocas, pelo teste de germinação em rolo de papel, considerando as plântulas fortes, em sementes de soja de vigor alto e baixo, com diferentes tratamentos de sementes, durante o período de armazenamento28
- Figura 6 - Resultado da porcentagem do teste de envelhecimento em papel, em sementes de soja de vigor alto e baixo, com diferentes tratamentos de sementes, durante o período de armazenamento 29
- Figura 7 - Resultado do desdobramento de TS dentro dos lotes, pelo teste de envelhecimento acelerado em substrato, em sementes de soja de vigor alto e baixo, com diferentes tratamentos de sementes, durante o período de armazenamento 30
- Figura 8 - Resultado do desdobramento de Lotes dentro das épocas, pelo teste de envelhecimento acelerado em substrato, em sementes de soja de vigor alto e baixo, com diferentes tratamentos de sementes, durante o período de armazenamento 31

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 13 |
| 2.1 Importância da cultura da soja | 13 |
| 2.2 Qualidade de sementes | 14 |
| 2.3 Tratamento de sementes | 15 |
| 2.4 Inseticidas no tratamento de sementes | 17 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 19 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 22 |
| 5 CONCLUSÕES..... | 31 |
| REFERÊNCIAS | 32 |

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja está dentre as principais culturas produtoras de grãos no cenário da agricultura brasileira, sua importância se diz ao seu elevado teor proteico dos seus grãos e de sua expressiva utilização em alimentação animal (CARVALHO *et al.*, 2023). Sendo assim, fica evidente o crescimento da área plantada de soja, à oferta de cultivares com elevada qualidade de sementes e com isso, proporcionando longevidade à semente e alcançando maior produtividade no campo. Sementes de soja de alta qualidade possuem alta germinação e vigor, qualidade sanitária, bem como garantia de pureza física e varietal (KRZYŻANOWSKI; FRANÇA-NETO; HENNING, 2018).

Com isso, é evidente a importância da utilização de sementes de com alto potencial produtivo e qualidade que possam gerar plantas de alto e vigor para que o produtor possa ter uma boa instalação de sua lavoura em busca de um desempenho superior no campo (FRANÇA-NETO *et al.*, 2016).

A qualidade de sementes de soja, se diz respeito a sementes com altas taxas de vigor, germinação e sanidade, bem como garantias de pureza física e varietal (genética) e não conter sementes de outras plantas (KRZYŻANOWSKI; FRANÇA-NETO; HENNING, 2018). Com esses atributos, no campo de produção a lavoura terá um desenvolvimento uniforme e com todas as práticas de manejo adequadas pode-se atingir níveis superiores de produção (FRANÇA-NETO *et al.*, 2016).

Uma das técnicas de manejo para garantir a proteção inicial de um lote de sementes é por meio do tratamento químico de sementes, que faz uso de produtos como inseticidas, fungicidas, nematicidas, dentre outros produtos, que protegem contra a incidência inicial de pragas e doenças nas sementes que poderiam causar perdas do poder germinativo e no vigor (BARBOSA; RADKE; MENEGHELLO, 2017).

Esse tratamento pode acontecer de duas formas, Tratamento Industrial de Sementes (TSI) onde as sementes já chegam tratadas ao produtor, com uma alta tecnologia de aplicação envolvida e “*On-farm*” onde o tratamento é realizado na própria fazenda, com o emprego de menos tecnologia de aplicação (LUDWIG *et al.*, 2011). Apesar do tratamento de sementes constituir-se em uma operação rotineira, pouco se conhece sobre a influência das algumas moléculas inseticidas na qualidade e vigor das sementes de soja (DAN *et al.*, 2012), podendo, alguns inseticidas, conferir além do efeito protetor, efeitos fisiológicos, auxiliando tanto no crescimento inicial quanto no desenvolvimento das plantas, alguns podendo até inferir negativamente com efeito fitotóxico nas sementes e plântulas, que tendem a crescer com o

tempo de armazenamento das sementes (TAVARES *et al.*, 2014; BRZEZINSKI *et al.*, 2015; FERREIRA *et al.*, 2016)

Em alguns trabalhos como o de Rocha *et al.*, (2020), os tratamentos de sementes de soja com inseticidas proporcionaram maior fitotoxidez nas sementes e plântulas de soja durante o teste de germinação do que os fungicidas. Já em outro trabalho, Carvalho *et al.* (2022) evidenciaram que a deterioração de sementes de soja durante o armazenamento está diretamente ligada ao tipo de produto químico e à viscosidade da calda aplicada nas sementes. O tratamento de sementes de soja com a utilização de moléculas inseticidas de ação sistêmica, prejudicam a germinação em papel das sementes armazenadas e podem afetar o armazenamento seguro das sementes tratadas, sendo os efeitos deletérios são maiores com maior tempo de armazenamento (DAN *et al.*, 2010).

Dessa forma, o objetivo nesse trabalho foi avaliar a influência dos inseticidas neonicotinóides sobre a qualidade fisiológica das sementes tratadas e armazenadas, em função do vigor inicial do lote.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da cultura da soja

A cultura da soja (*Glycine max L.*) é uma das culturas mais importantes e amplamente cultivadas em todo o mundo e no Brasil. Com isso, é de fundamental importância entender suas características e necessidades. Ela trata-se de uma planta anual, herbácea que apresenta fixação biológica de nitrogênio atmosférico onde são encontrados nódulos que representam a simbiose entre a soja e bactérias do gênero *Bradyrhizobium* em suas raízes (TEJO; FERNANDES; BURATTO, 2019).

Os grãos de soja são ricos em proteínas e óleos, tornando-se uma fonte valiosa de alimento para humanos e animais. Sua composição média é de entorno de 40% de proteína, 20% de óleo/lipídeos e 30% de carboidrato, o qual pode ser modificado em diferentes cultivares, locais e tipos de manejo (CARRÃO-PANIZZI *et al.*, 2021)

No cenário da agricultura brasileira, a cultura da soja trata-se de uma das principais culturas produtoras de grãos, sendo cultivada em 21 dos 27 estados no Brasil, se tornando a primeira cultura mais produzida no país é peça chave na agricultura brasileira. Segundo a (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2023) o Brasil apresentou um aumento em relação à safra 2021/22 de 5% na área produzida, tendo no total 43.561,9 mil ha⁻¹, na produtividade o país teve um aumento de cerca de 16,6%, sendo no total 3.527 kg ha⁻¹ e na produção um aumento significativo de cerca de 22,4%, sendo no total 153.633,0 mil t⁻¹. Como maiores estados produtores, temos como destaque MT, PR, GO, RS, MS e MG representando cerca de 78,9% da produção nacional de soja do país.

No cenário mundial, o Brasil se encontra como país com a maior área em hectares de produção de soja, sendo cerca de 43,7 milhões de ha (representando cerca de 32,6% da área total com a cultura no mundo) e 154 milhões de toneladas (representando cerca de 41,7% da produção mundial) na safra 2022/23. Nas exportações, o Brasil também aparece sendo o maior, com cerca de 92,7 milhões de toneladas (55,2%), os principais países importadores são China, Indonésia e União Europeia (FAS, USDA., 2023).

Com isso, é de fundamental analisar o mercado de sementes no país, visto a grande proporção que a cultura da soja tem no cenário da agricultura. O uso de sementes na agricultura brasileira é muito considerável, sendo uma referência internacional, devido principalmente à alta taxa de utilização de sementes comerciais pelos agricultores (ABRASEM, 2015).

Segundo dados da ABRASEM (2015), a taxa de utilização de sementes de soja no Brasil na safra 2020/21 era de cerca de 67%, visualizando os estados com maiores áreas de produção, o MT apresenta 75% de utilização, PR 62% e GO com 70%. É de fundamental importância a produção dessas sementes com elevada qualidade para a comercialização.

Visto isso, podemos analisar que o aumento da produção e produtividade em safras passadas e que está em crescimento cada vez mais exponencial, está diretamente ligado à produção e comercialização de sementes com elevada qualidade, sendo importantíssimo o mercado sementeiro na agricultura, para que possa ser levado ao campo sementes de qualidade para auxiliar em uma boa implantação e assim promover elevadas produtividades, com todas as tecnologias disponíveis (BAGATELI *et al.*, 2019).

2.2 Qualidade de sementes

Existem vários fatores que influenciam diretamente a qualidade das sementes de soja, que podem ser avaliadas seguindo quatro pilares: qualidade física, genética, sanitária e fisiológica. A junção desses quatro pilares tem a garantia de um lote de sementes de alta qualidade (KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO; HENNING, 2018).

A qualidade física de sementes diz respeito a um lote composto por sementes homogêneas quanto ao formato e tamanho, puras, livres de material inerte e sem a presença de danos mecânicos, que podem ocasionar trocas de umidade e gases com o ambiente do armazenamento que posteriormente resulta na acidificação da sua massa e em sua deterioração (KRZYZANOWSKI *et al.*, 2023), outros exemplos que podem ser citados são: presença de contaminantes, fragmentos de plantas, insetos, torrões e outras impurezas provenientes do campo de produção ou do processo de beneficiamento (FRANÇA-NETO *et al.*, 2016).

Quando observamos a qualidade genética de um lote de sementes, relacionamos como sendo sementes geneticamente puras, livres de misturas varietais, representando a cultivar que o produtor realmente deseja semear (FRANÇA-NETO *et al.*, 2016).

Já a qualidade sanitária de um lote, é relacionado com sementes livres de outras sementes de plantas daninhas e de possíveis microrganismos associados a elas (FRANÇA-NETO *et al.*, 2016; PANISSON *et al.*, 2022).

Analisando um pouco mais sobre a qualidade fisiológica, ela representa uma semente com altos níveis de vigor e germinação e que apresenta uma boa e uniforme emergência de plântulas em campo. (FRANÇA-NETO *et al.*, 2016).

Dentre a qualidade fisiológica, o vigor é considerado uma das características para que possa relacionar-se com o desempenho das sementes no campo em condições desfavoráveis, influenciando diretamente nas taxas e uniformidade de emergência de plântulas, crescimento de plântulas fortes e saudáveis e assim um bom rendimento da cultura (MARCOS-FILHO, 2013; PESKE; BARROS; SCHUCH, 2019).

O vigor dessas sementes, é fundamental para um bom estabelecimento de uma lavoura, quando temos um lote com baixo vigor, podemos concluir que ele terá maior variação, ou seja, maior desuniformidade e menor velocidade de emergência (NAKAO *et al.*, 2018). Quando temos sementes de alto vigor, elas irão proporcionar maior velocidade na emergência e plântulas com maior área foliar e uniformidade, tendo um melhor aproveitamento de água, luz e nutrientes. Dentro do lote, estas plântulas ao emergirem mais rapidamente, iniciam o processo fotossintético mais cedo, favorecendo o crescimento da parte aérea e do sistema radicular (KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO; HENNING, 2018).

A semente trata-se do principal insumo do agronegócio, sendo o principal veículo de toda tecnologia produzida. O uso de sementes com qualidade é um fator crucial para um bom crescimento, desenvolvimento e estabelecimento de uma lavoura para atingir elevadas produtividades (KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO; HENNING, 2018).

Sementes de alta qualidade são capazes de propiciar a germinação e a emergência das plântulas de maneira rápida e uniforme, resultando na produção de plantas de alto desempenho, com potencial produtivo mais elevado, resistir a estresses ambientais, como altas temperaturas, seca e doenças, resultando em plantas mais produtivas e saudáveis (FRANÇA-NETO *et al.*, 2016).

No trabalho de Bagatelli *et al.* (2019), foi evidente a importância de lotes de sementes de soja de qualidade e alto vigor na instalação de uma lavoura, pois afetou significativamente o crescimento das plantas, com plantas com alta taxa de crescimento independentemente da cultivar e época de avaliação, e conseqüentemente o vigor. Foi visto também que para cada ponto percentual de aumento no nível de vigor de um lote de sementes de soja o rendimento de grãos poderia aumentar em 28,0 kg por hectare.

2.3 Tratamento de sementes

O tratamento de sementes, trata-se da aplicação de substâncias que preservem ou aperfeiçoem o desempenho das sementes, permitindo a expressão máxima do potencial genético das culturas. Neste processo, pode-se incluir a aplicação de agroquímicos (fungicidas,

inseticidas e nematicidas), produtos biológicos, inoculantes, estimulantes, micronutrientes (PARISI; MEDINA, 2013).

Essa prática de realização do tratamento de sementes é amplamente adotada pelos agricultores para obter a proteção inicial de suas lavouras e assim garantir um bom estande e qualidade da lavoura. O tratamento de sementes pode ser realizado com duas modalidades de aplicação, sendo elas o Tratamento de Sementes Industrial (TSI) e o Tratamento “*On-farm*” que se trata do tratamento realizado na própria fazenda (MEDEIROS *et al.*, 2023; REIS *et al.*, 2023).

Em relação ao tratamento de sementes industrial (TSI), o produtor rural já adquire suas sementes de empresas especializadas com o tratamento desejado, este tratamento visa preservar a qualidade física e fisiológica das sementes, bem como assegurar a saúde dos operadores e a preservação do meio ambiente, a técnica consiste em utilizar profissionais, produtos, polímeros, máquinas e equipamentos específicos para o tratamento de sementes e que garante a taxa de aplicação recomendada pelo fabricante, dose e qualidade do recobrimento (ABRASEM, 2015; REIS *et al.*, 2023)

Todavia, existem produtores que optam por realizar o tratamento de sementes convencionais, na própria fazenda denominado “*On-farm*”. Eles adquirem suas sementes nuas e os produtos para o tratamento, com isso, realiza-se a operação na própria fazenda. Mas, em contrapartida este tipo de tratamento pode apresentar grande variabilidade nos equipamentos e níveis tecnológicos de aplicação o que pode gerar grande heterogeneidade no resultado final do processo, podendo apresentar lotes com subdosagem e superdosagem, comprometendo assim a qualidade daquele lote de sementes (MEDEIROS *et al.*, 2023).

Existem alguns casos em que o produtor tem equipamentos e pessoas especializadas e assim consegue um tratamento adequado na sua fazenda, porém essa não é a realidade de muitos produtores, que não possuem a mesma capacitação, equipamentos e não seguem um procedimento operacional padrão, o que pode diminuir a precisão e a eficiência do tratamento, até mesmo afetar a qualidade fisiológica (DECARLI *et al.*, 2019; MEDEIROS *et al.*, 2023; REIS *et al.*, 2023).

Vale ressaltar, que a qualidade das sementes de soja utilizadas no tratamento é essencial para o sucesso da prática. Sementes de qualidade inferior podem comprometer os resultados esperados, já que não oferecem as características necessárias para um bom estabelecimento das plantas (DAN *et al.*, 2010).

É fundamental que as sementes utilizadas no tratamento sejam devidamente testadas em laboratório quanto à sua qualidade física, genética e fisiológica. Isso garantirá que apenas

sementes saudáveis e com alto potencial de germinação sejam tratadas, resultando em plantas vigorosas e produtivas (DAN *et al.*, 2010).

Outro ponto que deve ser resultado, é a utilização de produtos e de moléculas que sejam eficientes e compatíveis no tratamento de sementes, pois algumas combinações ou ingredientes ativos podem causar fitotoxidez, acarretando perdas da qualidade fisiológicas das sementes, reduzir a germinação e a emergência de plântulas. Podendo assim, causar danos como engrossamento, encurtamento, atrofia do sistema radicular, retardamento do desenvolvimento vegetativo de parte aérea, reduzindo assim o estabelecimento e a produtividade da cultura (FRANÇA-NETO *et al.*, 2016).

Essa perda de qualidade fisiológica das sementes, principalmente quando submetidas ao armazenamento, pode ser observada quando se faz uso de determinados inseticidas em determinadas situações, podem ocasionar redução na germinação e na sobrevivência das plântulas (CASTRO *et al.*, 2008). Nos trabalhos de Carvalho *et al.* (2020) e Rocha *et al.* (2020), essa perda de qualidade fisiológica é evidenciada com o uso de moléculas inseticidas.

2.4 Inseticidas no tratamento de sementes

Dentre as diversas opções disponíveis para serem utilizadas no tratamento de sementes, os inseticidas têm desempenhado um papel crucial na prevenção de danos causados por pragas no período inicial de estabelecimento da cultura, principalmente quando falamos em pragas de solo, que pode-se alimentar das sementes após a sementeira, raízes após a germinação e parte aérea das plântulas após a emergência, sendo evidente na fase em que a planta em formação está mais suscetível a danos e morte (DAN *et al.*, 2010).

Em contrapartida, estudos vêm mostrando que alguns inseticidas podem ocasionar redução na germinação, fitotoxidez e menor sobrevivência das plântulas, principalmente quando este lote de semente é submetido a períodos de armazenamento (CAMILO; LAZARETTI, 2020; DAN *et al.*, 2010; LEMES *et al.*, 2019).

No trabalho realizado por Rocha *et al.* (2020), que buscou avaliar a influência do tipo de substrato na avaliação da germinação de sementes de soja tratadas com produtos fitossanitários, foi relatado que em substratos com muita água prontamente disponível ocorreu maior incidência de fitotoxidez quando tratadas com moléculas inseticidas em relação aos fungicidas.

Bem Junior *et al.* (2020) relataram que quando avaliado o impacto do armazenamento sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja após tratamento com fungicidas e inseticidas,

no tempo zero todos os tratamentos atingiram um nível adequado nível de germinação das sementes de soja, com percentuais acima de 80%, valor mínimo estabelecido. Mas quando analisamos o nível de germinação de tratamentos com os inseticidas ao longo do armazenamento, concluiu-se que alguns inseticidas de ação sistêmica podem afetar negativamente a qualidade fisiológica de sementes de soja.

Já no trabalho executado por Carvalho *et al.* (2020), foi relatado que no teste de germinação as sementes tratadas com inseticidas Cropstar[®] (tiodicarbe e imidacloprido), Cruiser[®] (tiametoxam e ciantraniliprole) e Pirâmide[®] (acetamiprido) tiveram menor percentual de plântulas normais do que as sementes tratadas com os demais produtos, o que confirma que algumas moléculas de inseticidas podem apresentar toxicidade em análises fisiológicas, principalmente em substrato de papel.

Em outro trabalho, Santos *et al.* (2023) ao comparar a influência dos tratamentos de sementes em lotes de alto e baixo vigor, observou-se que, para sementes de alto vigor inicial, todos os tratamentos utilizados apresentaram percentuais inferiores aos da testemunha, já para sementes de baixo vigor inicial, os tratamentos apresentaram comportamentos diferentes em cada experimento diminuindo no geral sua qualidade fisiológica ao logo do período de armazenamento. Este resultado justifica-se, pois, sementes de baixo vigor apresentam menor velocidade nos processos metabólicos, com desenvolvimento inicial desigual (MARCOS FILHO, 2013).

Com isso, é notório a importância de realizar estudos que busquem avaliar o efeito de moléculas de inseticidas principalmente do grupo dos neonicotinóides, que são extremamente importantes no manejo de insetos pragas sobretudo insetos sugadores, em função de diferentes períodos de armazenamento. Para que assim possa ser geradas informações para o tratamento com esses inseticidas de importante proteção inicial a lavoura, mas de forma segura para qualidade fisiológica das sementes, proporcionar ao produtor rural o uso de sementes de qualidade, com alto poder germinativo e vigor, e, portanto, ter níveis de produtividade e uniformidade ideais para suas lavouras.

3 MATERIAL E MÉTODOS

As análises ocorreram no Laboratório Central de Pesquisa em Sementes (LCPS) e o tratamento de sementes aconteceu na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS), ambos localizados no Setor de Sementes, DAG, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, Brasil.

Para a realização do experimento foram utilizadas sementes certificadas de soja (*Glycine max L.*) da cultivar Brasmax ZEUS IPRO, peneira 6,5 mm, doadas pela empresa Sementes Estrela.

A condução do experimento aconteceu no delineamento inteiramente casualizado (DIC), com um fatorial de 2x4x3, sendo dois níveis de vigor (alto e baixo), quatro tratamentos fitossanitários de sementes Controle, Fortenza Duo[®] (Ciantraniliprole e Tiametoxam), Cropstar[®] (Imidacloprido e Tiodicarbe) e Poncho[®] + Shelter[®] (Clotianidina e Fipronil), e três épocas de armazenamento (0, 30 e 60 dias).

As sementes foram submetidas aos tratamentos utilizando o aparelho modelo Momesso Arktos Laboratório L5K, o qual simula um tratamento industrial de sementes (TSI) em batelada, com calibração de 20 hertz por 20 segundos. Na receita, o fungicida aplicado foi Maxim Advanced[®] (metalaxil-m, tiabendazol e fludioxonil) com 100 mL do produto comercial para cada 100 kg⁻¹ de sementes em todos os tratamentos, e os inseticidas aplicados com as doses detalhadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Tratamento de sementes industriais com inseticidas.

| Produto comercial | Ingrediente ativo Inseticida g L ⁻¹ | mL | | |
|--|---|-----------|-----------|------------------|
| | | Dose* | Polímero* | Volume de calda* |
| Controle | - | 0 | 40 | 140 |
| Cruiser 350 [®] FS + Fortenza 600 [®] FS | Tiametoxam (350) + Ciantraniliprole (600) | 200 + 60 | 40 | 400 |
| Poncho [®] + Shelter [®] | Clotianidina (600) + Fipronil (250) | 100 + 200 | 40 | 440 |
| Cropstar [®] | Tiodicarbe (450) + Imidacloprido (150) | 500 | 40 | 640 |

*Recomendação para 100 kg de sementes.

Fonte: Da autora (2023).

Após o tratamento, as sementes foram acondicionadas em sacos de papel multifoliado, com cerca de 350 gramas de cada tratamento, previamente sorteado para cada época separadamente. As sementes foram armazenadas em incubadora tipo B.O.D. a $15\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$, sem controle de umidade relativa. Os testes foram montados no dia seguinte do tratamento e posteriormente com 30 e 60 dias de armazenamento. As avaliações do efeito dos tratamentos sobre a qualidade fisiológica das sementes foram realizadas a partir dos seguintes testes:

Teste de germinação em rolo de papel: Para esse teste foram utilizadas 4 repetições com 50 sementes para cada tratamento. Foi utilizado duas folhas de papel germitest para cada repetição, sendo umedecido com água destilada 2,5 vezes o peso do papel. Após a montagem, os rolos foram armazenados em um germinador com temperatura de $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ e as devidas avaliações aconteceram após oito dias, seguindo as normas da Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Aos cinco dias foi realizada a avaliação e contagem de plântulas fortes no qual busca avaliar plântulas que estão com um tamanho maior de 4 centímetros de comprimento (KRZYZANOWSKI *et al.*, 2020).

Teste de germinação em rolo de papel com vermiculita: Para esse teste foram utilizadas 4 repetições com 50 sementes para cada tratamento. Foi utilizado 2 folhas de papel germitest para cada repetição, sendo umedecido com água destilada 3 vezes o peso do papel. Entre os dois papéis germitest, foi adicionado 100 ml de vermiculita expandida em uma camada, a qual foi umedecida com o mesmo valor de seu peso na proporção 1:1, as sementes foram distribuídas sobre a vermiculita. Após a montagem, os rolos foram armazenados em um germinador com temperatura de $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ e as devidas avaliações aconteceram após oito dias, conforme Rocha *et al.* (2023).

Teste de envelhecimento acelerado em substrato: Foram utilizadas caixas plásticas do tipo gerbox, com uma tela de alumínio suspensa. Em cada gerbox foram adicionados 40 mL de água destilada e uma camada única de sementes sobre toda a tela, não deixando aberturas. Em seguida foram mantidas em câmara tipo B.O.D. a $41\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ por 48 horas (MARCOS FILHO, 2015). Após este período, a água dos gerbox foi retirada e assim, foi feita a semeadura de quatro repetições de 50 sementes de cada tratamento, sendo realizada em substrato acondicionado em bandeja plástica, contendo areia + solo na proporção 2:1, umedecido a 60% da capacidade de retenção. Após a semeadura, as bandejas foram mantidas em câmara de crescimento vegetal a temperatura de 25 °C , luz constante, modificado de Rocha *et al.* (2023).

A avaliação foi realizada com contagem de plântulas normais emergidas, aos cinco e oito dias após a semeadura.

Teste de envelhecimento acelerado em papel: Foram utilizadas caixas plásticas do tipo gerbox, com uma tela de alumínio suspensa. Em cada gerbox foram adicionados 40 mL de água destilada e uma camada única de sementes sobre toda a tela, não deixando aberturas. Em seguida foram mantidas em câmara tipo B.O.D. a $41\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ por 48 horas (MARCOS FILHO, 2015). Após este período, foi feita a semeadura no teste de germinação em rolo de papel (BRASIL, 2009), conforme metodologia descrita anteriormente, de quatro repetições de 50 sementes. A avaliação foi realizada com contagem de plântulas normais, aos cinco dias. (KRZYZANOWSKI *et al.*, 2020).

Análises estatísticas

A análise estatística foi realizada utilizando-se o software estatístico Sisvar[®] (FERREIRA, 2019). Os resultados foram submetidos à análise de variância e as análises das médias dos tratamentos foi realizada com o teste de Scott-knott, ao nível de 5% de significância.

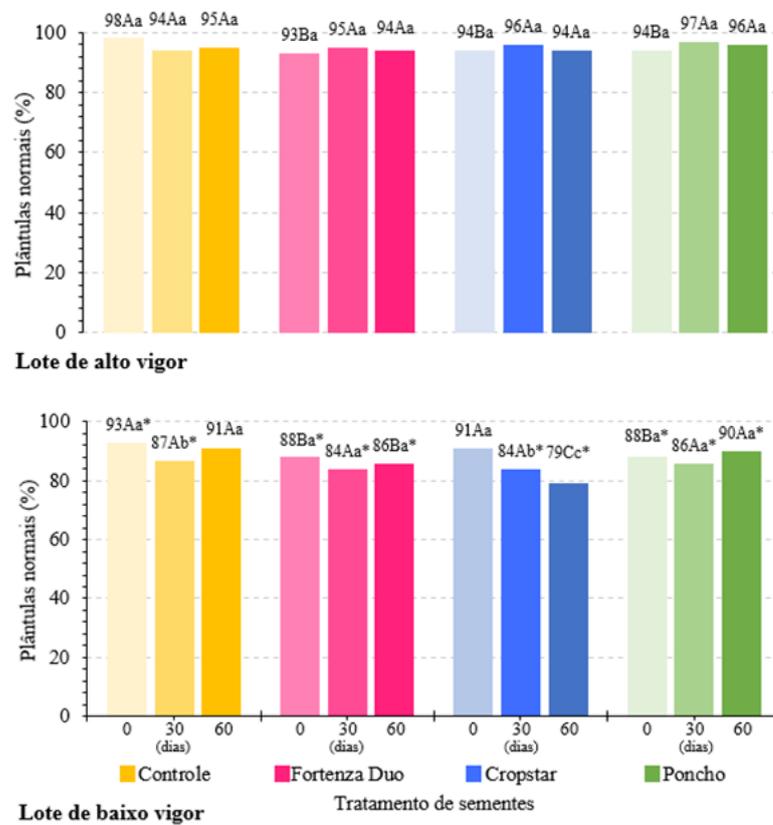
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o teste de germinação em rolo de papel (FIGURA 1), para sementes do lote de alto vigor, não houve diminuição em nenhum dos tratamentos de sementes, com o armazenamento até 60 dias. Todos os valores acima de 93%, confirmando a alta qualidade do lote. O padrão mínimo exigido de germinação para a cultura da soja é de 80% de acordo com os padrões estabelecidos pela Instrução Normativa nº 45 de 17 setembro de 2013 pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (BRASIL, 2013).

Quando se observa o lote de baixo vigor de sementes, observou-se diminuição da germinação aos 30 dias para sementes do controle e tratadas com o inseticida Cropstar[®], com o uso desse inseticida o efeito foi acentuado aos 60 dias atingindo 79% de germinação, o que está abaixo dos padrões para a cultura. Aos 60 dias de armazenamento no lote de baixo vigor, o inseticida Cropstar[®] ocasionou uma redução na germinação de 12% quando comparado ao tratamento controle e aos demais Poncho[®] 11%, e Fortenza Duo[®] de 7%, evidenciando seu potencial efeito fitotóxico. Aos 60 dias de armazenamento, em relação ao controle, os tratamentos com Poncho não diferiram, seguido do Fortenza Duo, que foi superior ao valor verificado para sementes tratadas com Cropstar (FIGURA 1).

No trabalho de Carvalho *et al.* (2022), foi observado que no teste de germinação, sementes tratadas com o produto Cropstar[®] apresentaram os menores resultados de plantas normais quando comparado ao tratamento controle e o tratamento apenas com polímero, evidenciando que esse produto pode causar danos mesmos sem a presença de armazenamento e intensificar com a presença do mesmo, principalmente quando relacionado com o provável efeito fitotóxico do produto no teste de germinação em papel. Rocha *et al.* (2020) evidenciaram também, que os produtos contendo inseticidas principalmente os neonicotinoides causaram em seu trabalho porcentagem mais baixas de plântulas normais e ocasionaram maior fitotoxidez.

Figura 1 – Porcentagem de plântulas normais aos 8 dias no teste de germinação em rolo de papel, em sementes de soja de vigor alto e baixo, com diferentes tratamentos de sementes (TS), durante o período de armazenamento.



*Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre diferentes TS dentro da mesma época, minúscula entre épocas dentro do mesmo TS e * entre vigor na mesma época e TS.

Fonte: Da autora (2023).

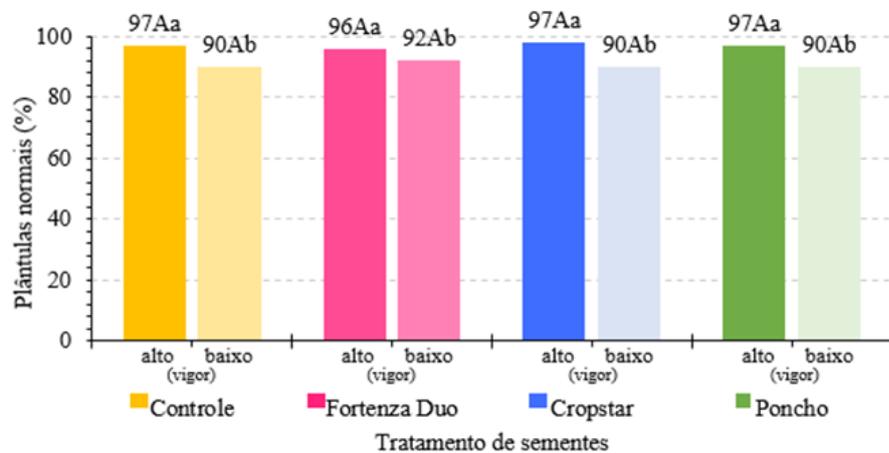
Na Figura 2, encontra-se os resultados do teste de germinação com a metodologia de vermiculita entre papel, quando se analisa o desdobramento de TS dentro dos lotes, verificamos que os tratamentos de sementes dentro dos lotes de alto e baixo vigor não tiveram diferenças estatísticas dentre os produtos utilizados. Reforçando que essa metodologia pode ser favorável para análise de sementes tratadas, amenizando possíveis efeitos fitotóxicos.

Em relação ao vigor, ficou evidente as características de alta e baixa qualidade dos lotes, independente do tratamento. Mas, em todas as combinações os valores ficaram acima de 90% (FIGURA 2).

Nessa avaliação podemos ver que a possível fitotoxidez de alguns inseticidas no tratamento de sementes foi minimizada quando comparado a outros testes fisiológicos para a

cultura, isso se deve à presença do substrato poroso vermiculita, que busca expressar a real qualidade fisiológica das sementes e minimizar possíveis fitotoxidez por excessiva concentração de produtos químicos (ROCHA *et al.*, 2023). No trabalho de Rocha *et al.* (2020), os tratamentos apenas com fungicidas não apresentaram fitotxidez mesmo após o armazenamento, já a presença de moléculas inseticidas apresentaram maior fitotoxicidade, essa fitotoxicidade pode ser diminuído no teste de germinação com vermiculita devido a uma possível menor disponibilidade de água e produtos químicos, conseqüentemente, absorção mais lenta resultando em menor efeito fitotóxico dos produtos sobre o sementes e plântulas em comparação com os métodos anteriores.

Figura 2 – Porcentagem de plântulas normais pelo teste de germinação em vermiculita (aos 8 dias) em sementes de soja de vigor alto e baixo, com diferentes tratamentos de sementes.



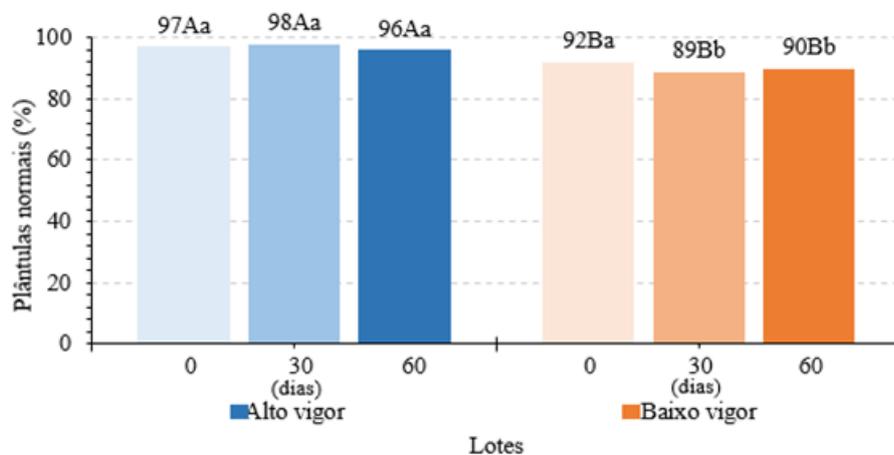
*Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre TS dentro do mesmo nível de vigor, minúsculas diferentes níveis de vigor dentro do mesmo TS.

Fonte: Da autora (2023).

Quando se analisa o fator lote dentro das épocas (FIGURA 3), foi possível observar que ocorreu diferença estatística entre os lotes de alto e baixo vigor em todas as épocas de armazenamento, em lotes de sementes com alto vigor, o armazenamento até os 60 dias é viável, não sendo representado diminuição da germinação. Agora para os lotes de sementes de baixo vigor, o armazenamento a partir dos 30 dias já mostra comprometimento na germinação, mas ainda está dentro dos padrões mínimos de germinação para a cultura da soja que é de 80% (BRASIL, 2013).

Como apresentado no trabalho de Dan *et al.* (2010), em sementes de soja, há relatos de alterações fisiológicas e redução da qualidade causada pelos inseticidas, que aumenta como tempo crescente de armazenamento das sementes tratadas. Porém, isso pode variar de acordo com o substrato utilizado, como visto nos resultados no trabalho que mesmo em sementes de baixo vigor o percentual permaneceu dentro dos padrões para a cultura, evidenciando que o uso do substrato de vermiculita pode diminuir os possíveis danos de fitotoxidez (ROCHA *et al.*, 2023).

Figura 3 – Porcentagem de plântulas normais pelo teste de germinação em vermiculita (aos 8 dias) em sementes de soja de vigor alto e baixo, com diferentes épocas de armazenamento.



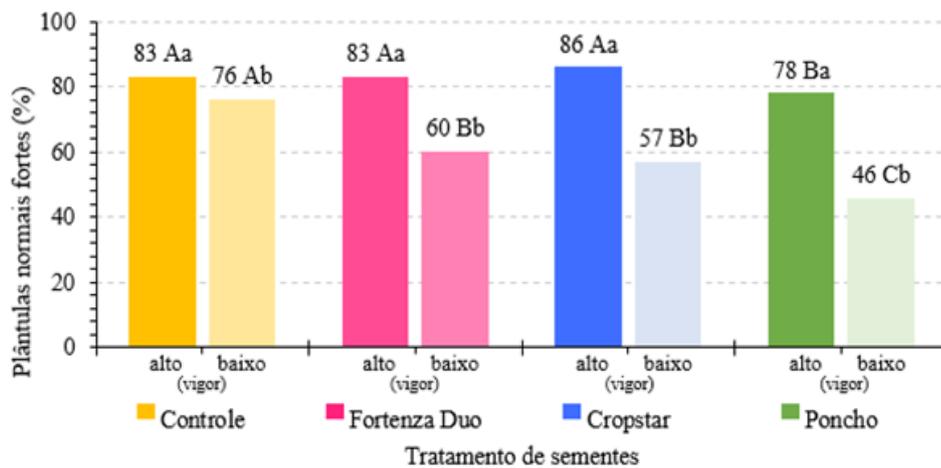
*Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre Lotes dentro de épocas, minúsculas épocas dentro do mesmo lote.

Fonte: Da autora (2023).

Para o desdobramento de TS dentro dos lotes na avaliação de plântulas fortes dentro do teste de germinação em rolo de papel (FIGURA 4), observa-se que lotes de alto vigor apresentaram sempre os melhores resultados, sendo apenas o tratamento contendo Poncho® tendo os menores resultados, com uma redução de 5% em seu vigor quando comparado ao tratamento controle. Quando analisamos o lote de baixo vigor, percebemos que os resultados são bem menores, principalmente para o tratamento contendo Poncho® que apresentou uma redução de 30% em seu vigor quando comparado ao tratamento controle. Evidenciando, que para esse teste, sementes de alto e baixo vigor tratadas com Poncho® apresentaram os menores resultados, se diferindo estatisticamente dos demais.

De acordo com os resultados, podemos perceber que as sementes oriundas de lotes de baixo vigor, apresentam sempre o menor desempenho o que vem de encontro com o trabalho de BIGOLIN *et al.* (2022) que concluíram que plantas oriundas de sementes com baixo vigor são menos produtivas. Visto isso, Carneiro *et al.* (2020) e Rodrigues *et al.* (2018), em seus estudos concluíram que o uso de sementes de alto vigor pode somar em até 30% na produção e com melhores resultados em condições adversas de campo. Carvalho *et al.* (2020), também ressaltam que algumas moléculas inseticidas de tratamento de sementes podem não apenas levar a anormalidades nas plântulas, mas também reduzem o crescimento das plântulas, mesmo sendo consideradas plântulas normais. Essa diferença de comprimento pode ser detectada através de análise de imagens e pela avaliação de plântulas fortes no teste de germinação em rolo de papel.

Figura 4 – Porcentagem de plântulas fortes, pelo teste de germinação em rolo de papel, em sementes de soja de vigor alto e baixo, com diferentes tratamentos de sementes, durante o período de armazenamento.



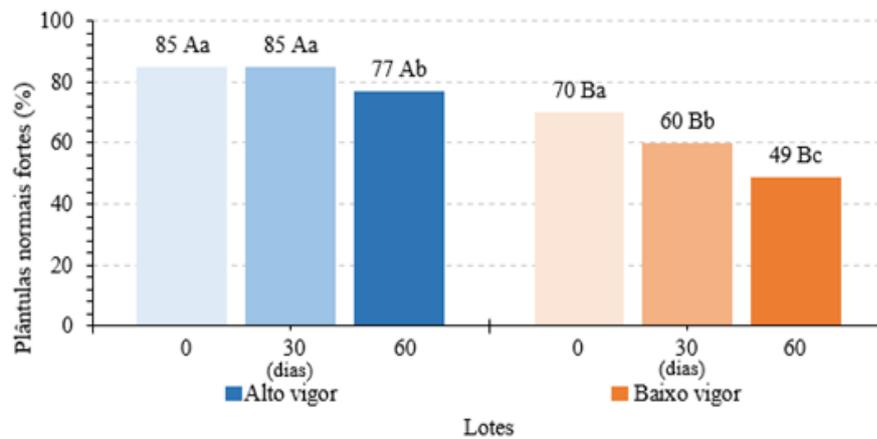
*Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre TS dentro de lotes, minúsculas lotes dentro do mesmo TS.

Fonte: Da autora (2023).

Analisando o desdobramento de lotes dentro das épocas de armazenamento ainda em plântulas fortes no teste de germinação em papel (FIGURA 5), observamos que a qualidade de sementes em lotes de alto vigor se manteve estável em 0 e 30 dias de armazenamento, caindo apenas aos 60 dias, com uma redução de 8% em vigor. Quando observamos lote de baixo vigor, temos que a quantidade de plântulas fortes já no tempo de armazenamento de 0 dias já era baixa, e que foi diminuindo progressivamente ao longo dos 30 e 60 dias de armazenamento, com redução de 10% e 21% de vigor respectivamente.

De acordo com Oliveira *et al.* (2015), é natural que as sementes percam vigor com o aumento do tempo de armazenamento, sendo que o tratamento das mesmas com produtos químicos pode acelerar ou retardar essa redução, dependendo do produto utilizado, da espécie, das condições de armazenamento e do seu vigor inicial, fato este demonstrado no trabalho de Cadorin *et al.* (2022) onde sementes quimicamente tratadas tiveram redução de vigor no período de armazenamento de 60 dias, indicando que houve a influência dos tratamentos na redução do vigor para este período.

Figura 5 – Porcentagem de plântulas fortes, pelo teste de germinação em rolo de papel, em sementes de soja de vigor alto e baixo, com diferentes épocas de armazenamento.



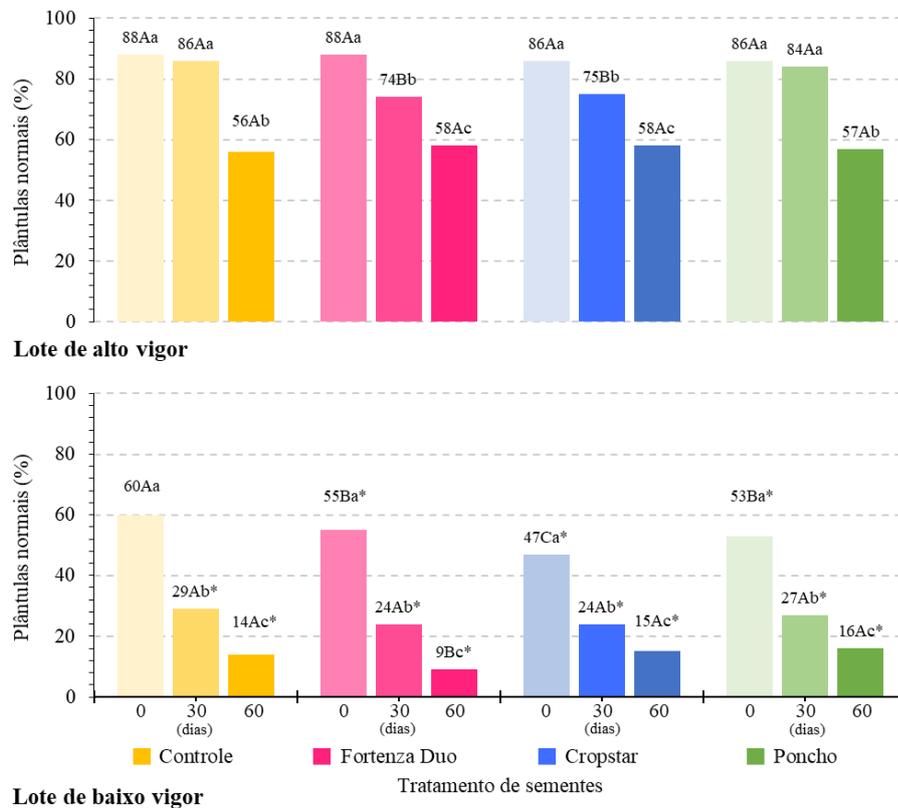
*Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre diferentes lotes dentro de épocas, minúsculas diferentes épocas dentro do mesmo lote.

Fonte: Da autora (2023).

Para o teste de envelhecimento acelerado em papel (FIGURA 6), pode-se observar que os lotes de alto e baixo vigor se diferiram estatisticamente, os tratamentos contendo a receita Fortenza Duo® e Cropstar® em sementes de alto vigor a qualidade já apresentou queda aos 30 dias de armazenamento, apresentando uma redução de 12% de germinação com o Fortenza Duo e de 11% para o Cropstar, quando comparado ao tratamento controle, para os demais tratamentos essa queda foi evidente aos 60 dias. Já nos lotes de baixo vigor foi evidente que ocorreu uma queda brusca já aos 30 dias de armazenamento para todos os tratamentos, sendo o Cropstar® apresentando os menores resultados aos 0 dias, com uma redução de 13% de germinação comparado ao tratamento controle, aos 30 dias Cropstar® e a receita Fortenza Duo® tiveram os resultados mais baixos, com redução de 5% na germinação em relação ao controle e

nos 60 dias de armazenamento o tratamento com Fortenza Duo® apresentou os menores valores, tendo uma redução de 5% em relação ao controle.

Figura 6 – Porcentagem de plântulas normais pelo do teste de envelhecimento em papel, em sementes de soja de vigor alto e baixo, com diferentes tratamentos de sementes, durante o período de armazenamento.



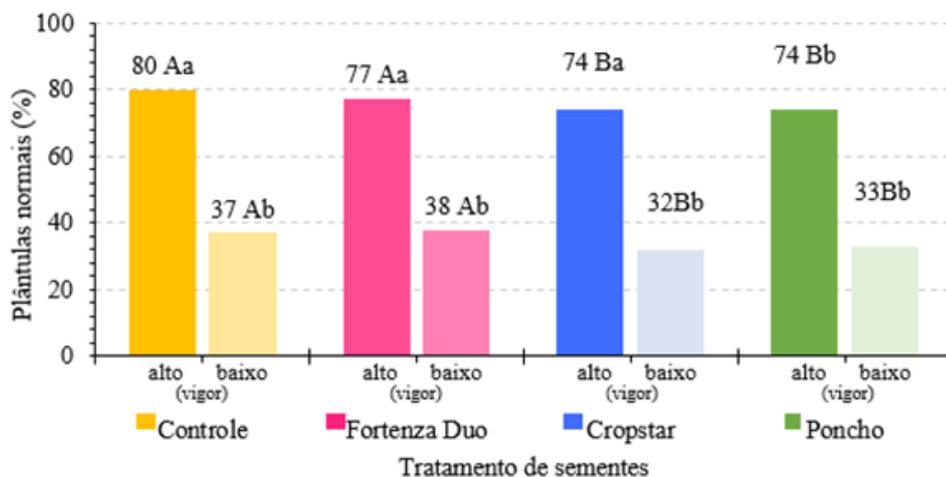
*Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre diferentes TS dentro da mesma época, minúscula entre épocas de armazenamentos dentro do mesmo TS e * entre vigor.

Fonte: Da autora (2023).

Bem Junior *et al.* (2020), evidência em seu trabalho, que o teste de envelhecimento acelerado leva à diminuição da porcentagem de germinação em função do período de armazenamento, como podemos observar na (FIGURA 6) onde temos a diminuição dos resultados de plântulas normais sendo cada vez mais brusca com os crescentes tempos de armazenamentos. No trabalho de Lemes *et al.* (2019), também foi possível visualizar que para o teste de envelhecimento acelerado verificou-se que o armazenamento influenciou o desempenho das sementes tratadas, independente do produto utilizado. Houve redução da germinação das sementes conforme o prolongamento do período de armazenamento, em relação ao vigor das sementes tratadas avaliadas através do envelhecimento acelerado.

No teste de envelhecimento acelerado em substrato, analisando o desdobramento de TS dentro dos lotes (FIGURA 7), podemos perceber que o lote de baixo vigor sempre apresentou os piores resultados em todos os tratamentos. As sementes tratadas com a receita Fortenza Duo[®] e o tratamento Controle, apresentaram os melhores resultados, tanto para os lotes de alto e baixo vigor. Em contrapartida, os tratamentos Cropstar[®] e Poncho[®] apresentaram os menores valores em ambos os lotes, tendo o Cropstar[®] uma redução de 6% de germinação no lote de alto vigor e de 5% no lote de baixo vigor quando comparado ao tratamento controle, já com o Poncho[®] temos uma redução de uma redução de 6% de germinação no lote de alto vigor e de 4% no lote de baixo vigor quando comparado ao tratamento controle.

Figura 7 – Porcentagem de plântulas normais pelo do teste de envelhecimento em substrato, em sementes de soja de vigor alto e baixo, com diferentes tratamentos de sementes.



*Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre diferentes TS dentro dos mesmos lotes, minúsculas diferentes lotes dentro do mesmo TS.

Fonte: Da autora (2023).

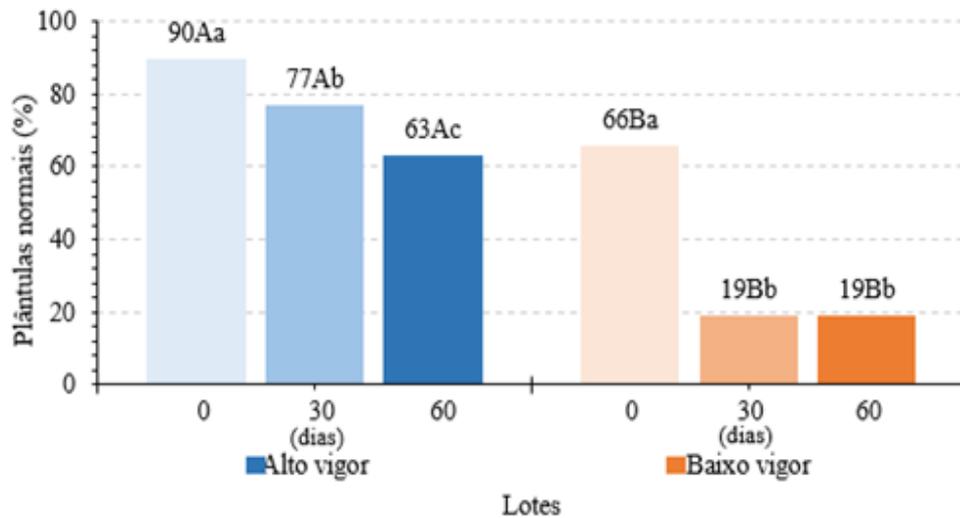
No trabalho de Lemes *et al.* (2019) também foi encontrado que o produto Cropstar[®] apresentou os menores resultados de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado em substrato, evidenciando o seu poder fitotóxico. No mesmo trabalho ainda foi possível observar que as moléculas com os inseticidas fipronil e thiamethoxam prejudicaram a qualidade fisiológica de cultivares de soja quando submetidas ao armazenamento.

Analisando o desdobramento de lotes dentro das épocas no teste de envelhecimento acelerado em substrato (FIGURA 8), podemos verificar que já os 0 dias de armazenamento, sementes de alto e baixo vigor se diferiram estatisticamente, o mesmo ocorre aos 30 e 60 dias.

Aos 30 dias de armazenamento, ambos os lotes apresentaram redução na emergência de plântulas, sendo o lote de baixo vigor apresentando a maior queda, isso também ocorre aos 60 dias em lotes de alto vigor e no lote de baixo vigor os valores continuam baixos.

No estudo de Pereira *et al.* (2018) foi visto o efeito do tratamento industrial no potencial fisiológico de sementes de soja durante o armazenamento e concluiu que a germinação e o vigor das sementes de soja diminuem ao longo do período de armazenamento, principalmente quando o lote de sementes se inicia com um baixo vigor.

Figura 8 – Resultado do desdobramento de lotes dentro das épocas de armazenamento, pelo teste de envelhecimento acelerado em substrato, em sementes de soja de alto e baixo vigor, com diferentes tratamentos de sementes, durante o período de armazenamento.



*Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre os Lotes dentro de épocas de armazenamento, minúsculas épocas de armazenamento dentro do mesmo lote.

Fonte: Da autora (2023).

5 CONCLUSÕES

Dentre os inseticidas neonicotinoides avaliados, o produto formulado com Tiodicarbe (450 g L^{-1}) + Imidacloprido (150 g L^{-1}) é o que proporciona maior fitotoxidez sobre sementes e plântulas.

A utilização de inseticidas neonicotinoides no tratamento de sementes é prejudicial a qualidade fisiológica quando submetido ao armazenamento principalmente para lotes de baixo vigor inicial, com diferença entre os produtos formulados. Sementes de alto vigor inicial são mais tolerantes ao tratamento com esse grupo de inseticidas e ao posterior armazenamento.

O período de armazenamento seguro para as sementes da cultivar ZEUS IPRO tratadas com inseticidas neonicotinoides, sem que se afete a sua qualidade fisiológica, para sementes de lotes de alto vigor inicial, é de 30 dias, exceto para o tratamento com Tiodicarbe (450 g L^{-1}) + Imidacloprido (150 g L^{-1}), já para as sementes de baixo vigor inicial o tratamento com essas moléculas deve ser realizado próximo a semeadura.

REFERÊNCIAS

- ABRASEM. **Guia Abrasem de boas práticas de tratamento de sementes**. Associação Brasileira de Sementes e Mudas, 28 p., 2015.
- BAGATELI, José Ricardo *et al.* **Productive performance of soybean plants originated from seed lots with increasing vigor levels**. *Journal of Seed Science*, v. 41, n. 2, p. 151-159, 2019.
- BARBOSA, Robsodre Guimarães; RADKE, Aline Klug; MENEGHELLO, Geri Eduardo. **Inseticidas no tratamento de sementes: reflexos nos estádios de desenvolvimento inicial de plantas de soja**. *Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp*, p. 1924-1932, 2017.
- BEM JUNIOR, Luciano Del *et al.* **Impact of storage on the physiological quality of soybean seeds after treatment with fungicides and insecticides**. *Journal of Seed Science*, v. 42, 2020.
- BIGOLIN, Gabriele *et al.* **Influência do vigor de sementes no rendimento e qualidade fisiológica de sementes de soja**. *Enciclopédia Biosfera*, v. 19, n. 40, 2022.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 395 p., 2009.
- BRZEZINSKI, Cristian Rafael *et al.* **Seeds treatment times in the establishment and yield performance of soybean crops**. *Journal of Seed Science*, v. 37, p. 147-153, 2015.
- CADORIN, Danielle Acco *et al.* **Tratamento de sementes de soja durante períodos de armazenamento**. *Brazilian Journal of Development*, v. 8, n. 4, p. 27722-27740, 2022.
- CAMILO, Mônica Gabrieli; LAZARETTI, Norma Schlickmann. **Qualidade fisiológica de sementes de soja em função dos tratamentos e tempo de armazenamento**. *Revista Cultivando o Saber*, p. 1-10, 2020.
- CARNEIRO, Tomás Henrique Moreira *et al.* **Efeito do vigor de sementes sobre as características fisiológicas e produtivas da soja**. *Acta Iguazu*, v. 9, n. 2, p. 122-133, 2020.
- CARRÃO-PANIZZI, Mercedes Concórdia *et al.* **Teores de óleo e proteína em genótipos de soja em diferentes situações de manejo**. *Embrapa, Circular técnica 60*, 27 p., 2021.
- CARVALHO, Everson Reis *et al.* **Fitotoxicidade em sementes de soja tratadas com produtos fitossanitários em diferentes momentos de aplicação**. *Journal of Seed Science*, v. 42, 2020.
- CARVALHO, Everson Reis *et al.* **Physiological and enzymatic monitoring of treated seeds of cultivars soybean during storage**. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 17, n. 3, p. e2077-e2077, 2022.
- CARVALHO, Nágyla Simões *et al.* **Revisão: a importância da soja para o agronegócio brasileiro**. *In: SILVA-MATOS, Raissa Rachel Salustriano; SILVA, Ana Larissa Vieira;*

NETO, Gerson Freitas Vieira. *Fitotecnia, sistemas agrícolas ambientais e solo*. Atena Editora, p. 52-60, 2023.

CASTRO, Gustavo Spadotti Amaral *et al.* **Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, p. 1311-1318, 2008.

DAN, Lilian Gomes de Moraes *et al.* **Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento**. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, p. 131-139, 2010.

DAN, Lilian Gomes de Moraes *et al.* **Tratamento de sementes com inseticida e a qualidade fisiológica de sementes de soja**. *Revista Caatinga*, v. 25, n. 1, p. 45-51, 2012.

FERREIRA, Daniel Furtado. **SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs**. *Brazilian Journal of Biometrics*, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FERREIRA, Thaís Francielle *et al.* **Quality of soybean seeds treated with fungicides and insecticides before and after storage**. *Journal of Seed Science*, v. 38, p. 278-286, 2016.

FRANÇA-NETO, José de Barros *et al.* **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Embrapa Soja, Documentos 380, 1 ed., 84 p., 2016.

KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos *et al.* **Ocorrência de danos mecânicos em grãos de soja produzidos no Brasil**. Embrapa Soja, Resumos expandidos da 38ª Reunião de Pesquisa em Soja, Eventos Técnicos e Científicos, 1 ed., n.1, p. 169-171, 2023.

KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos *et al.* **Testes de vigor baseados em desempenho de plântulas**. *In: Vigor de sementes: conceitos e testes*. ABRATES, p. 89-132, 2020.

KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos; FRANÇA-NETO, José de Barros; HENNING, Ademir Assis. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura**. Embrapa Soja, Circular técnica, v. 136, n. 1, 2018.

LEMES, Elisa *et al.* **Tratamento de sementes industrial: potencial de armazenamento de sementes de soja tratadas com diferentes produtos**. *In: Colloquium Agrariae*, p. 94-103, 2019.

MARCOS FILHO, Júlio. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. ABRATES, 2. ed., 660 p., 2015.

MARCOS FILHO, Júlio. **Importância do potencial fisiológico da semente de soja**. *Informativo Abrates*, v. 23, n. 1, p. 21-24, 2013.

MEDEIROS, Jhonata Cantuária *et al.* **Quality of corn seed industrial seed treatment (IST) and on-farm treatment (OFT) in Brazilian agribusiness**. *Journal of Seed Science*, v. 45, p. e202345017, 2023.

NAKAO, Allan Hisashi *et al.* **Características agronômicas e qualidade fisiológica de sementes de soja em função da adubação foliar com boro e zinco**. *Revista Cultura Agrônômica*, v. 27, n. 3, p. 312-327, 2018.

- OLIVEIRA, Lucicléia Mendes de *et al.* **Qualidade de sementes de feijão-caupi tratadas com produtos químicos e armazenadas em condições controladas e não controladas de temperatura e umidade.** *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 3, p. 1263-1275, 2015.
- PANISSON, Ana Carolina *et al.* **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes comerciais e salvas de soja (*Glycine max*) produzidas na região do meio oeste de Santa Catarina.** *Scientific Electronic Archives*, v. 15, n. 6, 2022.
- PARISI, João José Dias; MEDINA, Priscila Fratin. **Tratamento de sementes.** Instituto Agrônomo de Campinas, p. 26-30, 2013.
- PEREIRA, Lucas Caiubi *et al.* **Physiological potential of soybean seeds over storage after industrial treatment.** *Journal of Seed Science*, v. 40, p. 272-280, 2018.
- PESKE, Silmar Teichert; BARROS, A. C. S. A.; SCHUCH, Luis Osmar Braga. **Produção de sementes.** *In: PESKE, Silmar Teichert; VILLELA, Francisco Amaral; MENEGHELLO, Geri Eduardi. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos*, 4 ed., 579 p., 2019.
- REIS, Leandro Vilela *et al.* **Treatment technologies for soybean seeds: Dose effectiveness, mechanical damage and seed coating.** *Ciência e Agrotecnologia*, v. 47, p. e013622, 2023.
- ROCHA, Debora Kelli *et al.* **Does the substrate affect the germination of soybean seeds treated with phytosanitary products?.** *Ciência e Agrotecnologia*, v. 44, 2020.
- ROCHA, Debora Kelli *et al.* **Validation of the paper roll plus vermiculite (PR+ V) germination test methodology for treated corn seeds.** *Journal of Seed Science*, v. 45, p. e202345026, 2023.
- RODRIGUES, Denilson da Silva *et al.* **Desempenho de plantas de soja em função do vigor das sementes e do estresse hídrico.** *Revista Científica Rural*, v. 20, n. 2, p. 144-158, 2018.
- SANTOS, Rayssa Fernanda dos *et al.* **Physiological potential of soybean seeds treated and stored under uncontrolled conditions.** *Journal of Seed Science*, v. 45, e202345005, 2023.
- TAVARES, Lizandro *et al.* **Efeito de fungicidas e inseticidas via tratamento de sementes sobre o desenvolvimento inicial da soja.** *Enciclopédia biosfera*, v. 10, n. 18, p. 1400-1409, 2014.
- TEJO, Débora Perdigão; FERNANDES, Carlos Henrique Santos; BURATTO, Juliana Sawada. **Soja: fenologia, morfologia e fatores que interferem na produtividade.** *Revista Científica Eletrônica de Agronomia da FAEF*, v. 35, n. 1, p. 1-9, 2019.