



GIOVANA MURARI MORAIS

**ASSERTIVIDADE DE DOSES E VOLUMES DE CALDA EM
SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM INSETICIDA E OS EFEITOS
SOBRE A QUALIDADE FISIOLÓGICA**

LAVRAS – MG

2021

GIOVANA MURARI MORAIS

**ASSERTIVIDADE DE DOSES E VOLUMES DE CALDA EM
SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM INSETICIDA E OS EFEITOS
SOBRE A QUALIDADE FISIOLÓGICA**

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

Dr. Everson Reis Carvalho
Orientador

Msc. Debora Kelli Rocha
Coorientadora

**LAVRAS - MG
2021**

GIOVANA MURARI MORAIS

**ASSERTIVIDADE DE DOSES E VOLUMES DE CALDA EM
SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM INSETICIDA E OS EFEITOS
SOBRE A QUALIDADE FISIOLÓGICA**

**ASSERTIVENESS OF DOSES AND VOLUMES OF SYRUP IN
SOYBEAN SEEDS TREATED WITH INSECTICIDE AND THE
EFFECTS ON PHYSIOLOGICAL QUALITY**

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

Aprovada em 03 de maio de 2021.

Dr. Everson Reis Carvalho

Orientador

Msc. Debora Kelli Rocha

Coorientadora

Msc. Amanda Carvalho Penido

Membro Banca

Dra. Raquel Maria de Oliveira Pires

Membro Banca

LAVRAS – MG

2021

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação para chegar até aqui.

À minha mãe Adriana Murari Morais, meu pai Giovani Morais e minha irmã Camila Murari Morais, por estarem ao meu lado nos momentos felizes e tristes, sempre me ajudando e cuidando de mim. Nem todo agradecimento do mundo seria suficiente para demonstrar tamanha gratidão.

À toda minha família, em especial minhas tias Nilza Murari e Rosa Murari, meu tio Fabricio Martins Araujo e minhas primas Iara Martins Araujo, Catia Batista Silva e Marcela Oliveira de Souza por serem tão presentes e especiais nessa caminhada.

Ao meu namorado, toda sua família e aos agregados por serem minha segunda família em Lavras me apoiando nesses dois últimos anos.

Gostaria de agradecer também as minhas amigas de Uberlândia Adrielle Vieira e Lorena Terra pela parceria de sempre.

À Gabriela Chaves e Isabela Torres por terem dividido a vida comigo e por tudo que compartilhamos enquanto morávamos juntas. Eu sinto falta de vocês duas todos os dias.

Aos meus amigos da UFLA, Aline Santos, Amanda Antão, Bruna Ferreira, Gabriela Oliveira, João Arthur da Cunha, Joyce Alves, Laura Nardelli, Layla Alvarenga, Marcos Vinicius dos Santos, Pedro Henryque de Castro, Ranuelli Renon, Samanta Almeida e Vinicius Pedrosa por terem tornado tudo mais leve e divertido. Sem dúvidas sentirei muita saudade de todos.

Ao professor Everson Reis Carvalho por me orientar e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade e à minha coorientadora Debora Kelli Rocha que se tornou uma grande amiga e me auxiliou na construção do presente trabalho.

À UFLA, ao Setor de sementes e a Syngenta (Seedcare Institute), por proporcionarem a execução desse trabalho.

RESUMO

Existe uma demanda do setor produtivo para utilização de um maior volume de calda para o tratamento de sementes de soja, em decorrência da quantidade de produtos, melhor recobrimento e distribuição. No entanto, o conhecimento de seus efeitos na qualidade fisiológica das sementes armazenadas por um período prolongado é desconhecido. Logo, objetivou-se identificar e quantificar os efeitos de erros de dosagens e superdosagem em tratamento de sementes de soja com inseticida Cruiser 350 FS[®] (Tiametoxam) na qualidade fisiológica. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 3 x 3 x 5, envolvendo 3 doses de inseticida (ausência de dose, dose recomendada e 400 mL.100 kg⁻¹ de sementes), 3 volumes finais de calda (500, 750 e 1000 mL.100 kg⁻¹ de sementes) e 5 períodos de armazenamento (0, 15, 30, 45 e 60 dias). O volume final da calda foi constituído por produto comercial mais água. Para avaliação da qualidade fisiológica foram realizados os testes de germinação rolo de papel (RP), primeira contagem de germinação, germinação rolo de papel mais vermiculita (RP+V), primeira contagem de germinação rolo de papel mais vermiculita (RP+V), envelhecimento acelerado modificado em substrato (EAS) e foi quantificado o teor de água nas sementes. A concentração do ingrediente ativo nas sementes foi realizada por meio da cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). Conclui-se que com o erro na assertividade de dose do inseticida Tiametoxam, ocorrem efeitos negativos à qualidade fisiológica das sementes. O volume de calda para tratamento com Tiametoxam superior a 750 mL, calda aquosa, causa fitotoxidez e esse efeito é intensificado ao longo do armazenamento.

Palavras-chave: *Glycine max*; Tratamento industrial de sementes; Seed safety.

ABSTRACT

There is a demand from the productive sector to use a higher volume of syrup for the treatment of soybean seeds, due to the amount of products, better coating and distribution. However, the knowledge of its effects on the physiological quality of seeds stored for a prolonged period is unknown. Therefore, the objective was to identify and quantify the effects of dosage errors and overdose in the treatment of soybean seeds with insecticide Cruiser 350 FS® (Tiametoxam) on physiological quality. The experiment was conducted in a completely randomized design (IHD) in a 3 x 3 x 5 factorial scheme, involving 3 doses of insecticide (no dose, recommended dose and 400 mL.100 kg⁻¹ of seeds), 3 final volumes of syrup (500, 750 and 1000 mL.100 kg⁻¹ of seeds) and 5 storage periods (0, 15, 30, 45 and 60 days). The final volume of the syrup consisted of commercial product plus water. To evaluate the physiological quality, the paper roll germination (RP), first germination count, germination, more vermicurate paper roll germination (RP+V), first germination count plus vermicurate (RP+V), accelerated modified substrate aging (EAS) and the water content in the seeds was quantified. The concentration of the active ingredient in the seeds was performed by means of high-efficiency liquid chromatography (HPLC). It is concluded that with the error in the dose assertiveness of the insecticide Tiametoxam, negative effects to the physiological quality of the seeds occur. The volume of syrup for treatment with Tiametoxam greater than 750 mL, aqueous syrup, causes phytotoxicity and this effect is intensified throughout storage.

Keywords: *Glycine max*; Industrial seed treatment; Seed safety.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	5
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	6
2.1.	A cultura da soja.....	6
2.2.	A qualidade de sementes de soja.....	7
2.3.	Tratamento e armazenamento de sementes.....	8
2.4	Volumes de calda e dosagem no tratamento industrial.....	10
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
5.	CONCLUSÕES.....	31
	REFERÊNCIAS.....	32

1. INTRODUÇÃO

O uso de sementes de soja com altos padrões de qualidade física, genética, fisiológica e sanitária tem sido a grande diferença no estabelecimento da cultura no campo (SILVA et al., 2011a). O uso de tecnologias que proporcionam condições mais adequadas aos processos de germinação e emergência das sementes são essenciais para expressar o máximo potencial produtivo das culturas. Além disso, a avaliação do potencial fisiológico é a base para o monitoramento de lotes comerciais de sementes no controle interno de qualidade das empresas e consiste um desafio permanente para a pesquisa em Tecnologia de Sementes.

Um dos fatores que pode afetar a avaliação da qualidade das sementes é o tratamento com produtos fitossanitários. Os tratamentos químicos de sementes, atualmente por questões técnicas e logísticas, estão sendo realizados antes do armazenamento principalmente com uso do tratamento industrial de sementes (BRZEZINSKI et al., 2015; SANTOS et al., 2018).

Existe, portanto, uma demanda do setor produtivo para utilização de um volume maior de calda para o tratamento de sementes de soja, em decorrência da quantidade de produtos, melhor recobrimento e distribuição, resultando em um volume acima de 600 mL.100 kg⁻¹ de sementes, indicado como ideal para não afetar a qualidade fisiológica da semente (EMBRAPA, 2011). Dessa forma, é fundamental o conhecimento de seus efeitos na qualidade fisiológica das sementes, principalmente quando estas são submetidas ao armazenamento por um período prolongado (ABATI et al., 2020).

Apesar dos benefícios associados aos tratamentos de sementes, o armazenamento de sementes tratadas pode causar efeitos deletérios no potencial germinativo das sementes, como constatado por Munkvold et al., (2006) com moléculas inseticidas. Castro et al., (2008) verificou que sementes de sojas tratadas com inseticidas e bioestimulantes tiveram a formação de raízes mais finas, evidenciando o efeito tóxico, assim como também estes mesmos produtos não proporcionaram o maior crescimento das raízes. Rocha et al., (2020) ao tratar sementes de soja com inseticidas verificaram redução do potencial germinativo.

Apesar do tratamento de sementes se constituir em uma operação rotineira, pouco se conhece sobre a influência dos inseticidas na germinação e no vigor das sementes de soja. Alguns resultados de pesquisa têm mostrado que certos produtos quando aplicados nas sementes de algumas culturas podem, em determinadas situações, ocasionar redução na germinação e na sobrevivência das plântulas (DAN et al., 2010; ROCHA et al., 2020).

Nesse contexto, a avaliação do efeito do tratamento de sementes na qualidade fisiológica, no desenvolvimento da cultura e na produtividade é de grande importância, tendo em vista a crescente utilização de sementes de soja tratadas pelo processo industrial (DECARLI et al., 2019). Contudo, existe uma limitação técnica quanto à avaliação fisiológica, uma vez que o produto fitossanitário utilizado e a dosagem incorreta podem afetar a avaliação de plântulas na germinação.

Atualmente, frente ao número de compostos e produtos que podem ser combinados e veiculados as sementes, além da busca por um melhor recobrimento e distribuição, se fazem necessários o uso de volumes de calda mais elevados. O uso de maiores volumes de calda e de diferentes moléculas, que estão em constante evolução, no tratamento de sementes sem a depreciação da qualidade fisiológica das sementes de soja é de suma importância e depende de diversos fatores, principalmente quando se trata do armazenamento de sementes tratadas.

Diante do exposto, e da escassez de informações, faz-se necessário o estudo mais aprofundado sobre o tratamento de sementes e seus fatores, para que as escolhas e recomendações técnicas sejam realizadas de forma correta para a manutenção da qualidade fisiológica de sementes de soja ao longo do armazenamento.

Por isso, objetivou-se identificar os efeitos sob a qualidade fisiológica do aumento da dosagem recomendada e do volume de calda em sementes de soja tratadas com o inseticida Cruiser 350 FS[®] (Tiametoxam).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A cultura da soja

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill é uma cultura de importância mundial sendo amplamente utilizada para consumo humano e animal, produção de óleo e outros subprodutos, se destacando por uma crescente expansão (ARAÚJO, 2009).

O Brasil é o maior produtor de soja grão no mundo, com a produção de 120.883,2 milhões de toneladas e área plantada 36.944,9 milhões de hectares (CONAB, 2020). A projeção é que a área plantada aumente em 9,5 milhões de hectares nos próximos 10 anos (BRASIL, 2019).

Sua importância no cenário mundial tem motivado pesquisas de diversas áreas, sobretudo as que são voltadas para o aumento de produtividade e redução dos custos de produção. Na busca por melhores resultados, o investimento tem sido grande por parte dos produtores que, para alavancarem a produção, investem em manejo de pragas e doenças, correção do solo e principalmente, na aquisição de sementes de qualidade. Esse fato cria a necessidade de investimentos em pesquisas, principalmente para aumentar a disponibilidade de cultivares com alto potencial produtivo e de sementes de qualidade (KRZYŻANOWSKI et al., 2018). Para sustentar o crescimento da produção é necessário adotar inovações ao sistema produtivo e inserir novas tecnologias para impulsionar o aumento da produtividade, muitas dessas veiculadas às sementes.

2.2. A qualidade de sementes de soja

O uso de sementes de soja com altos padrões de qualidade física, genética, fisiológica e sanitária tem sido a grande diferença no estabelecimento da cultura no campo (SILVA et al., 2011a). Uma semente com alta qualidade pode ser obtida a partir do momento que atinge a maturidade fisiológica. Sendo a maturidade fisiológica um estágio caracterizado por tendência de resposta máxima de germinação, velocidade, vigor e massa seca das sementes (MARTINS-FILHO et al., 2009). O atraso da colheita, a partir desse ponto, acarreta sérios inconvenientes (FANAN et al., 2009) determinados pela exposição relativamente prolongada das sementes a predação, ação de patógenos, estresse hídrico e térmico. Estes fatores podem provocar alterações no balanço hormonal (CARDOSO, 2008) e morfologia das sementes com impactos negativos sobre o potencial de germinação das espécies.

Quando as plantas são expostas periodicamente a condições de estresse hídrico, durante os estágios de formação e maturação das sementes, as mesmas podem apresentar alterações morfológicas e respostas fisiológicas distintas (FERNÁNDEZ-PASCUAL et al., 2013). O mesmo pode ocorrer com as sementes expostas às condições adversas do meio com períodos de chuva e seca após a maturidade fisiológica provocam expansões e retrações do tegumento, proporcionando a desestruturação dos sistemas de membranas e conseqüentemente maior permeabilidade (DOMENE, 1992), o que aumenta de forma diferenciada a deterioração de sementes (DELOUCHE, 1975).

As sementes de soja são mais suscetíveis aos danos, devido ao arranjo morfológico das sementes, o que proporciona pouca proteção ao eixo embrionário por estar situado em um

tegumento pouco espesso (LOPES et al., 2011). Considerada como a principal causa da redução da qualidade das sementes durante todo o processo produtivo (NEVE et al., 2016).

A germinação mais rápida e uniforme é observada em sementes de alto vigor, além da capacidade de melhor suportar as adversidades do local (LOPES et al., 2002). Kolchinski, Schuch e Peske (2006) constataram que plantas provenientes de sementes de alto vigor apresentaram maior área foliar e maior taxa de crescimento a partir dos 21 dias após emergência.

Sementes vigorosas proporcionam que processos como a emissão da raiz primária e taxa de crescimento ocorram de maneira mais rápida e uniforme no processo de germinação (SCHUCH; NEDEL; ASSIS, 1999; MINUZZI et al., 2010). Características essas que afetam o desempenho em campo, como Scheeren et al. (2010) verificaram que as plantas provenientes de sementes de soja de elevado vigor apresentaram maior altura até 75 dias após a semeadura e que a produtividade por área dos lotes de alto vigor pode ser 9% superior aos de baixo vigor, confirmando a relevância da utilização de sementes com alta qualidade.

2.3. Tratamento e armazenamento de sementes

A qualidade das sementes de soja durante o armazenamento depende da qualidade inicial e das condições de armazenamento do lote. A semente de soja é susceptível a danos durante a colheita, secagem e beneficiamento que podem influenciar negativamente o potencial germinativo e o vigor das sementes durante o armazenamento (MARYAM; OSKOUIE, 2011).

Fatores como o conteúdo de água e a variabilidade genética influenciam na susceptibilidade das sementes a danos severos (SILVA et al., 2011b). Em muitos casos, esses danos não são suficientes para destruir as estruturas das sementes, mas o aparecimento de rachaduras que levam a anormalidades nas plântulas, maior susceptibilidade à ação de microrganismos e sensibilidade aos tratamentos químicos reduz a qualidade e o potencial de armazenamento dos lotes (NEVE et al., 2016).

Dentre esses fatores está o tratamento químico de sementes, que atualmente por questões técnicas e logísticas, vem sendo realizado antes do armazenamento em alguns casos. Processo este que consiste em aplicar compostos capazes de proteger as sementes contra efeitos deletérios de patógenos, realizando o controle de doenças no período inicial do estabelecimento

da lavoura, favorecendo a emergência e o desenvolvimento das plântulas (BALARDIN et al., 2011).

O tratamento de sementes utilizando fungicidas, inseticidas e nematicidas tem sido utilizado na cultura da soja, devido à percepção do valor da semente e a importância de proteger e/ou melhorar o seu desempenho. Ele é usado para aprimorar a qualidade das sementes, pois com a utilização de produtos químicos as plantas terão mais condições de se desenvolverem, devido o controle das doenças que são transmitidas através das sementes (DAN et al., 2010). Estima-se que 95% dos sojicultores utilizam sementes tratadas (HENNING et al., 2010) em busca de melhores qualidades na lavoura. No tratamento químico de sementes se faz uso de produtos contra fitopatógenos, capazes de aprimorar a qualidade das sementes (FRANÇA-NETO, 2015).

O tratamento químico das sementes em geral era realizado em pré-semeadura, tanto na propriedade do agricultor como na própria revenda. Porém, com o avanço tecnológico da agricultura, as empresas produtoras de sementes vêm adotando técnicas que buscam otimizar a logística e maximizar o rendimento da cultura, como o tratamento industrial de sementes. Nesse processo, as sementes são tratadas na própria linha de beneficiamento, posteriormente são ensacadas e armazenadas até o momento da semeadura (BRZEZINSKI et al., 2015).

Todavia, apesar dos benefícios, o tratamento industrial pode apresentar alguns fatores limitantes, principalmente em relação aos possíveis efeitos dos componentes químicos de sua formulação sobre as sementes durante o armazenamento, e posteriormente no campo. Munkvold et al., (2006) relataram que alguns ingredientes ativos de inseticidas podem, em algumas circunstâncias, serem prejudiciais às sementes.

Os produtos e moléculas utilizados no tratamento de sementes, tanto para milho quanto para soja, estão em constante evolução, assim são de suma importância estudos que envolvam as moléculas atuais e os futuros lançamentos no que diz respeito à sua relação tratamento e armazenamento, e também a influência dessa tecnologia no estabelecimento inicial de culturas relevantes como soja e milho quando submetidas a condições de estresse hídrico no solo, situação essa muitas vezes corriqueira. Frente à escassez de trabalhos nesta linha, novas pesquisas se fazem necessárias para o esclarecimento desta relação, proporcionando a utilização correta desta ferramenta.

2.4 Volumes de calda e dosagem no tratamento industrial

Além do ingrediente ativo aplicado, a qualidade do tratamento depende da composição final do material utilizado, da taxa de aplicação à semente e da qualidade física e fisiológica da semente (ABRASEM, 2017). O volume de calda pode ser composto por uma variedade de produtos e combinações de fungicidas, inseticidas, nematicidas, reguladores de crescimento, micronutrientes, inoculantes, além de corantes, pigmentos e polímeros. A utilização de diferentes compostos no tratamento industrial de sementes pode resultar em um elevado volume de calda, capaz de ultrapassar 600 mL.100 kg⁻¹ de sementes, volume máximo indicado para tratamento de sementes via líquida, sem causar danos às sementes (EMBRAPA, 2011). Assim existem diversas possibilidades de constituições e volumes de calda no tratamento de sementes, com necessidade de estudos sobre a relação com a qualidade fisiológica.

Atualmente, frente ao número de compostos e produtos que podem ser combinados e veiculados as sementes e a busca por um melhor recobrimento e distribuição, se fazem necessários o uso de volumes de calda mais elevados. O uso de maiores volumes de calda no tratamento de sementes sem consequências à qualidade fisiológica das sementes de soja depende de diversos fatores, dentre eles, o vigor. A determinação do volume final ideal, sem que afete a qualidade fisiológica das sementes é de suma importância, principalmente com relação aos efeitos que podem ocorrer durante o armazenamento das sementes (Segalin et al., 2013; Pereira et al. 2016; Brzezinski et al., 2017).

Para Brzezinski et al. (2017) ao estudarem o aumento do volume de calda (0, 600, 1200, 1800 e 2400 mL.100 kg⁻¹ de sementes) em sementes de soja tratadas com diferentes combinações de fungicidas e inseticidas, concluíram que aumento do volume de calda no tratamento de sementes reduz a qualidade fisiológica das sementes de soja de baixo vigor. Abati et al. (2020) trabalhando com cinco volume de calda finais (0, 600, 1200, 1800 e 2400 mL.100 kg⁻¹ de sementes) concluíram que o potencial fisiológico de sementes de soja é reduzido com o aumento do volume de calda utilizado no tratamento industrial e com o prolongamento do período de armazenamento. Santos et al. (2018) afirmaram tratamento de sementes de soja com volume de calda elevado é prejudicial para a manutenção do vigor das sementes ao longo do armazenamento, com depreciação aos 30 dias, principalmente com predominância aquosa da calda.

Além disso, pouco se sabe sobre o volume de calda aplicado e seu efeito negativo sobre o potencial fisiológico ao longo do período de armazenamento, uma vez que este processo

normalmente utiliza produtos líquidos. A conservação do potencial fisiológico das sementes é vital para a prática e o sucesso do tratamento de sementes. A variedade de opções de produtos com diferentes finalidades para uso no tratamento de sementes industriais torna esta etapa complexa e aumenta o volume de calda necessário para conter todas as moléculas e adjuvantes oferecidos pela indústria de sementes (Nunes, 2016).

Atualmente, com a crescente demanda por tratamento de sementes industriais, muitas empresas de sementes têm trabalhado em uma forma intensa no curto período de tempo que antecede a semeadura. Isso cria a necessidade de resultados que forneçam indicações do melhor volume de calda, período de armazenamento e ambiente para melhor planejar esta etapa da produção, bem como esforços para reduzir custos (Pereira et al., 2018). Em contrapartida ao tratamento industrial, que preconiza a aplicação da dosagem correta sob as sementes, o tratamento realizado na fazenda, por não está aliado a tecnologias, pode haver variabilidade na aplicação da dosagem do produto, decorrente de superdosagem ou subdosagem.

Diante disso, observa-se uma lacuna na literatura em relação ao efeito da dosagem dos produtos fitossanitários sob a qualidade de sementes, aliadas com a superdosagem ou subdosagem. Tavares et al. (2007) não observaram diferença de germinação e de vigor, quando utilizaram diferentes doses de Tiametoxam no tratamento de sementes de soja. Barros et al. (2001) também não observaram redução da germinação em relação à testemunha quando utilizaram Tiametoxam na cultura do feijão.

Logo, o volume de calda e a dosagem são fatores que precisam ser explorados para melhor segurança no tratamento de sementes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório Central de Sementes do Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais em parceria com o Seedcare Institute Syngenta (Holombra –SP).

Sementes de um mesmo lote da cultivar Brasmax Foco foram divididas em porções de 2,5 kg para posterior tratamento. O tratamento industrial de sementes foi realizado com o fungicida Maxim Advanced® (Ingrediente ativo Fludioxonil + Mefenoxam) em dosagem recomendada (100 mL.100 kg⁻¹ de sementes) e com o inseticida Cruiser 350 FS® (Ingrediente ativo Tiametoxam 350 g/L – 35% m/v) com a aplicação de diferentes doses. O processo de

tratamento foi efetuado em máquina Momesso Arktos Laboratório L5K, para simulação de tratamento industrial em bateladas.

Foram simuladas 3 doses do inseticida, em função da recomendada de 200 mL, sendo elas: 0X, 1X e 2X a dose recomendada o que equivale a 0, 200 e 400 mL.100 kg⁻¹ de sementes e 3 volumes finais de calda 500, 750 e 1000 mL, completados somente com água.

Tabela 1 - Arranjo operacional do tratamento de sementes de soja

Tratamento*	Maxim Advanced®	Cruiser 350 FS®	Dose água	Volume de calda Final
	mL. 100 kg ⁻¹ de sementes			
0D – 1V	100	0	400	500
0D - 2V	100	0	650	750
0D – 3 V	100	0	900	1000
1D – 1V	100	200	200	500
1D – 2V	100	200	450	750
1D – 3V	100	200	700	1000
2D – 1V	100	400	0	500
2D – 2V	100	400	250	750
2D – 3V	100	400	500	1000

Após os procedimentos de tratamento, as sementes foram acondicionadas em sacos de papel multifoliados e armazenadas em armazém convencional, sem controle de temperatura e umidade, na Unidade de Beneficiamento e armazenamento do setor de sementes, Departamento de Agricultura, UFLA, em Lavras, MG. As condições de temperatura e umidade relativa do ambiente foram monitoradas por meio de “*dataloggers*” (Figura 1).

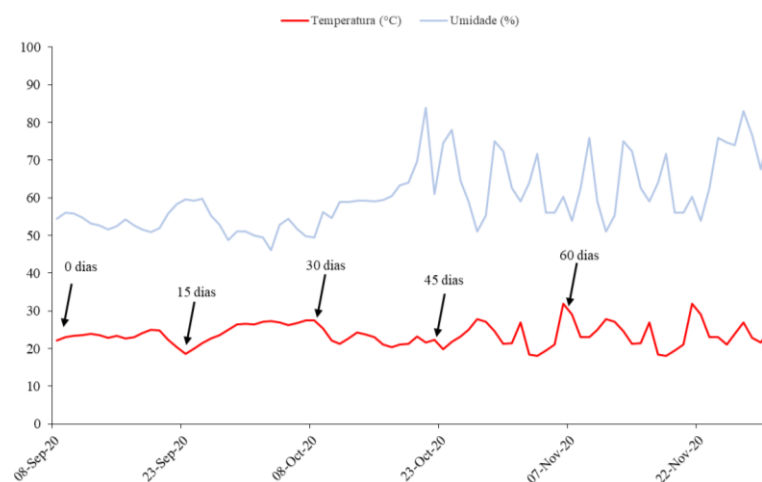


Figura 1 - Média diária da temperatura (°C) e umidade relativa (%) ao longo do período de armazenamento das sementes de soja em Lavras, MG.

Fonte: Da autora (2021)

As avaliações das qualidades física e fisiológica, foram realizadas ao longo do armazenamento, com 5 períodos de armazenamento das sementes tratadas, sendo: 0, 15, 30, 45 e 60 dias. As avaliações foram por meio dos seguintes testes:

Teor de água: foram mensurados por meio do método da estufa (24 horas a 105 °C), sendo os teores expressos em porcentagens, conforme Brasil (2009).

Germinação rolo de papel (RP): foi realizada com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, com semeadura em substrato papel germitest (2 folhas), em rolos, umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco, e mantidos em germinador tipo mangelsdorf a 25°C (BRASIL, 2009). As avaliações foram realizadas de acordo com as RAS ao quinto dia após a semeadura para a *primeira contagem de germinação* e ao oitavo dia, germinação, pela contagem de plântulas normais. Os resultados foram expressos em porcentagem média (BRASIL, 2009).

Germinação rolo de papel mais vermiculita (RP+V): foi realizada com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, com semeadura em substrato papel germitest (2 folhas), em rolos, umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 3,0 vezes o peso do papel seco. Sob o papel umedecido distribuída uniformemente 21 gramas (aproximadamente 100 mL) de vermiculita expandida superfina umedecida na proporção 1:1 (1 litro de água para cada 1Kg de vermiculita) e então realizado a semeadura e em seguida confeccionados os rolos, e mantidos em germinador tipo mangelsdorf a 25°C, conforme metodologia adaptada de Rocha et al. (2020).

As avaliações foram realizadas de acordo com as RAS ao quinto dia após a semeadura para a *primeira contagem de germinação* e ao oitavo dia, germinação, pela contagem de plântulas normais. Os resultados foram expressos em porcentagem média (BRASIL, 2009).

Envelhecimento acelerado modificado em substrato (EAS): foram utilizadas caixas plásticas tipo gerbox, adaptadas com tela de alumínio suspensa. Em cada gerbox foram adicionados 40 mL de água e uma camada única de sementes sobre toda a tela. Em seguida foram mantidas em câmara tipo BOD a 41 °C por 48 horas (MARCOS FILHO, 1999). Após este período a semeadura foi 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 à temperatura de 25°C, em regime alternado de luz e escuro (12 horas). A avaliação foi realizada com contagem de plântulas normais emergidas, aos 5 e 8 dias após a semeadura.

Para aferir a assertividade da dose do ingrediente ativo Tiametoxam foi utilizada a *Cromatografia líquida de alta eficiência* (HPLC). A cromatografia foi realizada na dose 1 e dose 2, aos quais foram tratadas com o inseticida. Para controle, ausência de inseticida – dose 0, não foi realizada.

Para essa análise foi utilizado HP1100 (Hewlett-Packard) constituído por amostrador automático, bomba quaternária e detector UV com comprimento de onda variável. A detecção foi feita em 246 nm. Para a separação cromatográfica empregou uma coluna analítica ODS-Hypersil® (125 x 4 mm, 5 µm), com coluna-guarda equivalente, ambas obtidas da Hewlett-Packard e mantidas a 40 °C durante a análise. A fase móvel foi água-metanol (4:6; v/v) com vazão de 1,0 mL/min. A água utilizada foi obtida empregando sistema Milli-Q de purificação (Millipore) e o metanol foi grau cromatográfico (EM Science). Para posterior análise comparativa com RIA, a fração correspondente à 17OHP foi coletada com auxílio de um coletor de frações FRAC-100 (Pharmacia Biotech). Os eluatos correspondem a um intervalo de 2 min e foram evaporados a 40 °C em banho-seco sob fluxo de nitrogênio (N₂).

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com 4 repetições, em esquema fatorial 3 x 3 x 5, envolvendo 3 doses de inseticida (0, 200 e 400 mL.100 kg⁻¹ de sementes), 3 volumes finais de calda (500, 750 e 1000 mL.100 kg⁻¹ de sementes) e 5 períodos de armazenamento (0, 15, 30, 45 e 60 dias). As análises estatísticas foram realizadas por meio da análise de variância com auxílio do software Sisvar® (FERREIRA, 2014), a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-knott, ou com análises de regressões polinomiais com a escolha do modelo significativo de maior coeficiente de determinação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo do quadro de análise de variância das características de qualidade fisiológica de sementes de soja para a interação entre doses, volume final e período de armazenamento e seus respectivos efeitos isolados são apresentados na Tabela 1. Nota-se interação entre doses, volume final e período de armazenamento para as variáveis primeira contagem do teste de germinação em rolo de papel (PC RP), germinação final em rolo de papel (G RP), primeira contagem do teste de germinação em rolo de papel mais vermiculita (PC RP+V), germinação final em rolo de papel mais vermiculita (G RP+V). Já a variável teor de água das sementes (TA) teve efeito apenas entre os períodos de armazenamento.

Observa-se interação entre doses, volume final e período de armazenamento para as variáveis envelhecimento acelerado modificado 5 dias (EAS 5 D) e envelhecimento acelerado 8 dias modificado (EAS 8 D).

Tabela 2 – Resumo da análise de variância de qualidade fisiológica de sementes de soja, cultivar Brasmax Foco IPRO, em função da dosagem de Cruiser 350 FS[®] (D) e diferentes volumes finais de calda (V) e analisadas ao longo do armazenamento (A).

FV	GL	Quadrados médios**				
		TA	PC RP	G RP	PC RP+V	G RP+V
Doses (D)	2	0.27 ^{ns}	1636.27*	1107.43*	47.75 ^{ns}	35.35 ^{ns}
Volume (V)	2	0.05 ^{ns}	253.4*	242.93*	44.95 ^{ns}	35.08 ^{ns}
Armazenamento (A)	4	6.13*	347.2*	220.13*	632.18*	382.02*
D*V	4	0.06 ^{ns}	7.88 ^{ns}	11.87 ^{ns}	8.72 ^{ns}	10.08 ^{ns}
D*A	8	0.19 ^{ns}	45.61*	24.67 ^{ns}	48.75*	35.60*
V*A	8	0.19 ^{ns}	19.96 ^{ns}	17.25 ^{ns}	29.28 ^{ns}	27.42 ^{ns}
D*V*A	16	0.10 ^{ns}	60.65*	39.15 *	43.43*	29.88*
Resíduo	135	10.14	21.38	14.52	19.36	16.61
CV (%)		3.84	5.55	4.45	4.99	4.55
Média		8.73	83.27	85.59	88.17	89.54

FV	GL	Quadrados médios		
		TA	EAS 5 D	EAS 8 D
Doses (D)	2	35.35 ^{ns}	1216.28*	258.77*
Volume (V)	2	35.08 ^{ns}	239.70*	34.30
Armazenamento (A)	4	382.02*	381.63*	407.99*
D*V	4	10.08 ^{ns}	133.74*	53.10*
D*A	8	35.60*	100.35*	47.09*
V*A	8	27.42 ^{ns}	59.03*	55.27*
D*V*A	16	29.88*	104.87*	40.74*
Resíduo	135	16.61	13.28	12.57
CV (%)		4.55	4.70	4.15
Média		89.54	77.56	85.46

^{ns}: não significativo e *Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F (p<0,05).

**TA: teor de água, PC RP: primeira contagem do teste de germinação em rolo de papel, G RP: germinação em rolo de papel (G RP), PC RP+V: primeira contagem do teste de germinação em rolo de papel mais vermiculita, G RP+V: germinação em rolo de papel mais vermiculita, EAS 5 D: teste de envelhecimento acelerado aos 5 dias, EAS 8 D: teste de envelhecimento acelerado aos 8 dias.

O teor de água após o tratamento das sementes oscilou em valores próximos a 9% em função dos períodos de armazenamento (Figura 2), independente de volumes e dosagens utilizadas. A elevação do teor de água das sementes ao final do armazenamento, entre 45 e 60 dias, ocorreu em função do equilíbrio higroscópico entre sementes e o ambiente, com maior

umidade nesse período (Figura 1). O que confere segurança às inferências sobre a qualidade fisiológica, após o tratamento.

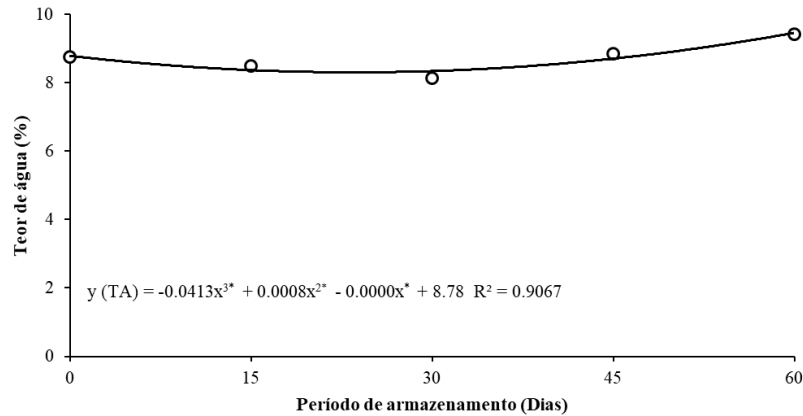


Figura 2 - Porcentagem média de teor de água em sementes da cultivar de soja Brasmax Foco IPRO em função do período de armazenamento.

Fonte: Da autora (2021)

A diferença, apesar de mínima (0,8%), ocorreu durante o período de armazenamento, resultado este esperado, visto que as sementes permaneceram em ambiente não controlado e pelo fato de as sementes de soja serem higroscópicas e equilibrarem seu conteúdo de água com o ambiente Silva et. al. (2019). O teor de água das sementes influencia diretamente em vários aspectos de sua qualidade fisiológica, por isso a sua determinação é fundamental em testes oficiais de qualidade de lotes de sementes (SARMENTO et al., 2015).

Para primeira contagem de germinação, ao adotar a dose 0, ou seja, sem inseticida, no início do armazenamento, as sementes sempre apresentaram vigor mais elevado. Em contrapartida com erro de dose para 2x mesmo com volume final de calda mais baixo (500 mL.100 kg⁻¹ de sementes) foram constatados efeitos fitotóxicos. (Tabela 3).

Com o avanço do armazenamento, os efeitos prejudiciais do erro de dose (2X) permaneceram, principalmente com volumes de caldas mais elevados, acima de 750 mL.100 kg⁻¹ de sementes. Mesmo com a dose recomendada, ocorreram valores mais baixos em relação à dose 0 de inseticida, também mais comuns com as doses mais elevadas, 750 ou 1000 mL.100 kg⁻¹ de sementes (Tabela 3).

Tabela 3 – Primeira contagem de germinação de sementes de soja, cultivar Brasmax Foco IPRO, em função da dosagem (D) de Cruiser 350 FS® e diferentes volumes finais de calda (V) e analisadas ao longo do armazenamento (A).

Armazenamento (dias)	Volume de calda (mL.100 kg ⁻¹ sementes)	Doses					
		0		1		2	
0	500	94	Aa	88	Aa	81	Bb
	750	94	Aa	88	Aa	81	Bb
	1000	89	Aa	80	Bb	89	Aa
15	500	91	Aa	81	Ba	73	Ca
	750	84	Aa	83	Aa	72	Ba
	1000	87	Aa	75	Bb	70	Ba
30	500	87	Aa	86	Aa	76	Bb
	750	88	Aa	79	Bb	81	Ba
	1000	84	Aa	74	Bb	74	Bb
45	500	89	Aa	86	Aa	85	Aa
	750	88	Aa	86	Aa	79	Ba
	1000	84	Aa	83	Aa	78	Aa
60	500	92	Aa	85	Aa	86	Aa
	750	91	Aa	83	Ba	79	Bb
	1000	92	Aa	88	Aa	74	Bb

*As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna, para cada período de armazenamento, não diferem pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2021)

Ao analisar os efeitos dos períodos de armazenamento sobre o vigor, por meio da primeira contagem de germinação (Figura 3), observa-se que ao adotar um volume final de calda mais elevado (1000 mL.100 kg⁻¹ de sementes), com a utilização do inseticida, desencadeia-se danos às sementes, o que reitera a redução do vigor (Figuras 3B e 3C). Esses danos são maiores com o erro de dose 2x, em que maior as sementes armazenadas apresentaram valores abaixo de 80%.

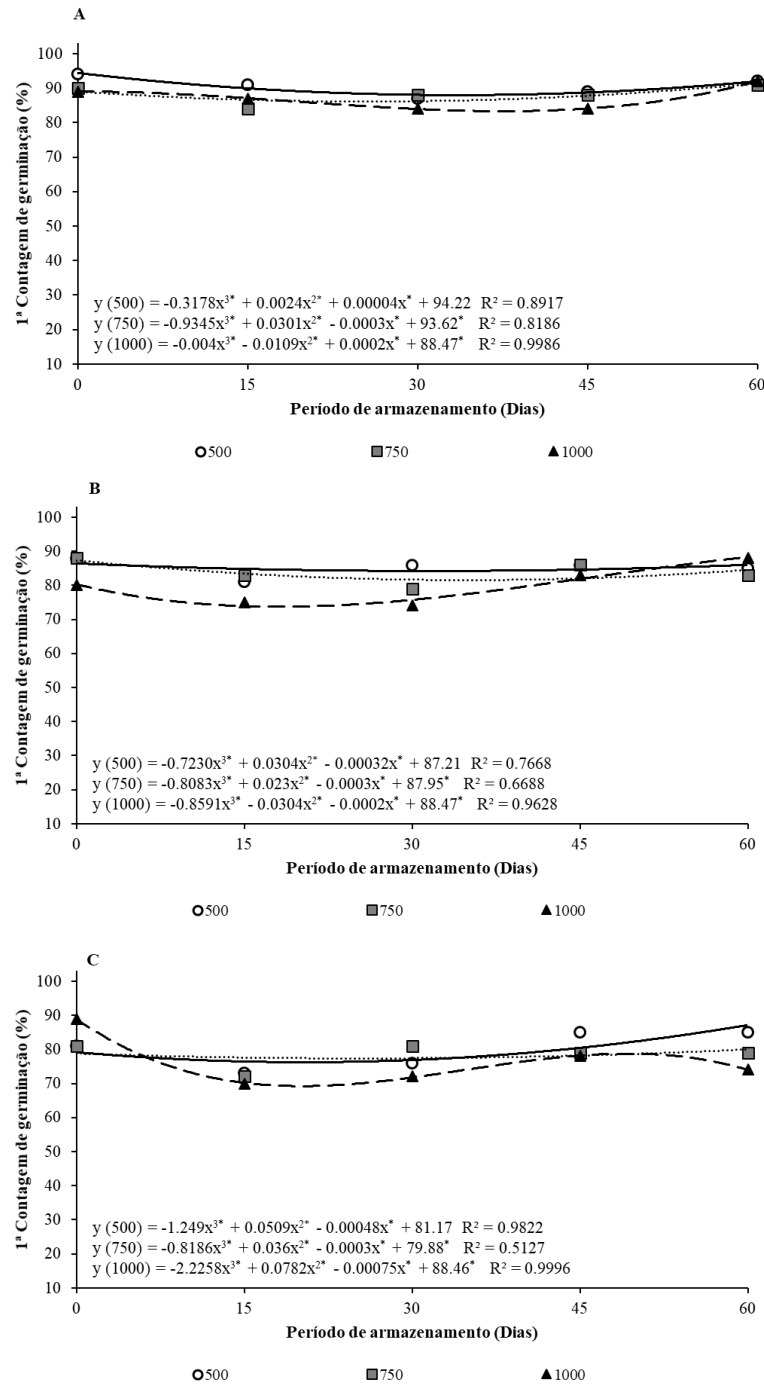


Figura 3 - Primeira contagem de germinação (%) de sementes de soja, cultivar Brasmax Foco IPRO, em função da dosagem de Cruiser 350 FS[®] e diferentes volumes finais de calda (500, 750 e 1000 mL). A: Dose 0, B: Dose 1, C: Dose 2.

Fonte: Da autora (2021)

Similar ao encontrado para primeira contagem de germinação, para a segunda contagem, nota-se que de maneira geral o erro de dose, 2x, ocasionou menores valores de germinação

desde a primeira avaliação (Tabela 4), efeitos prejudiciais esses otimizados com o aumento do volume de calda aquosa, 750 ou 1000 mL.100 kg⁻¹ de sementes. Mesmo com a dose recomendada constatou-se algumas diminuições de germinação e relação à dose 0 de inseticida, porém em menor intensidade e frequência.

Tabela 4 – Germinação rolo de Papel de sementes de soja, cultivar Brasmax Foco IPRO, em função da dosagem (D) de Cruiser 350 FS[®] e diferentes volumes finais de calda (V) e analisadas ao longo do armazenamento (A).

Armazenamento (dias)	Volume de calda (mL.100 kg ⁻¹ sementes)	Doses		
		0	1	2
0	500	94 Aa	89 Aa	84 Bb
	750	95 Aa	89 Ba	85 Bb
	1000	90 Aa	84 Ba	91 Aa
15	500	95 Aa	88 Ba	78 Ca
	750	87 Ab	87 Aa	79 Ba
	1000	90 Ab	81 Bb	80 Ba
30	500	89 Aa	87 Aa	79 Bb
	750	89 Aa	82 Bb	82 Ba
	1000	85 Aa	77 Bb	76 Bb
45	500	91 Aa	86 Ba	85 Ba
	750	88 Aa	86 Aa	79 Bb
	1000	84 Aa	83 Aa	78 Bb
60	500	93 Aa	89 Aa	88 Aa
	750	92 Aa	88 Aa	84 Ba
	1000	92 Aa	88 Aa	76 Bb

*As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna, para cada período de armazenamento, não diferem pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

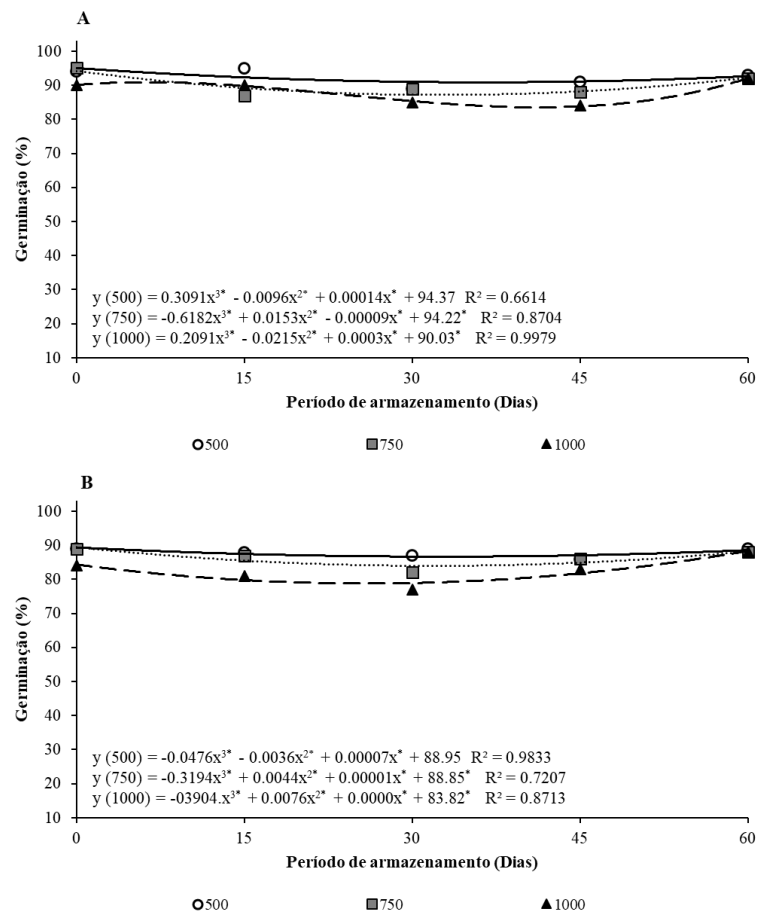
Fonte: Da autora (2021)

Logo, com o erro de dose, 2x, e o armazenamento grande parte dos valores estão abaixo de 80% (Tabela 4), o que demonstra a importância da assertividade para a manutenção da qualidade das sementes tratadas com inseticidas (Seed safety). Para comercialização de sementes de soja, o valor mínimo de germinação é 80% (MAPA, 2013). O menor valor de germinação foi de 76% encontrado ao adotar um volume de calda final de 1000 mL, com o dobro da dose de inseticida, nos períodos de armazenamento de 30 e 60 dias, a diminuição em relação as maiores médias, constatadas no controle, foram de 9% e 16%, respectivamente.

Brzezinski et al. (2017), ao estudar diferentes volumes de calda em tratamento de sementes para sementes de soja perceberam que volumes superiores a 600 mL, causaram

redução da germinação. Pereira et al. (2018) relataram que ao tratar as sementes de soja com o inseticida Tiametoxan, as mesmas reduziram a germinação e vigor ao longo do armazenamento (0, 30, 60, 90 e 120 dias).

Bem como ocorreu na primeira contagem de germinação, para germinação nota-se que a redução do potencial germinativo ao adotar volume de calda superior em função do aumento da dosagem, mas em contrapartida a oscilação em relação aos períodos de armazenamento foram mais sutis.



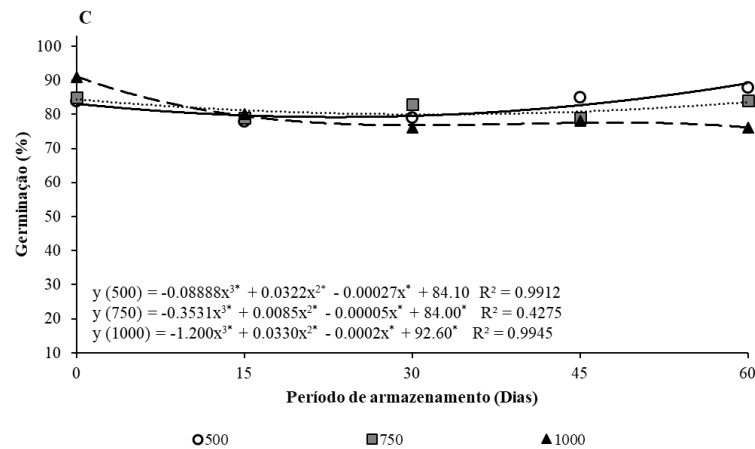


Figura 4 - Germinação de sementes de soja, cultivar Brasmax Foco IPRO, em função da dosagem de Cruiser 350 FS[®] e diferentes volumes finais de calda (500, 750 e 1000 mL). A: Dose 0, B: Dose 1, C: Dose 2.

Fonte: Da autora (2021)

Os efeitos do aumento de dose e aumento do volume final de calda tornam-se sutis ao acrescentar vermiculita no teste de germinação (Tabela 5), fato este constatando no período 0 dias de armazenamento, uma vez que a primeira leitura de germinação foi quase possível finalizar o teste. A sensibilidade das sementes com o aumento da dose e volume final de calda foi observada após os 15 dias de armazenamento para a dosagem recomendada e para o dobro da mesma, bem como para os volumes de 750 e 1000 mL de volume de calda, e este efeito é minimizando a partir dos 45 dias de armazenamento.

Tais resultados estão relacionados a menor velocidade de hidratação das sementes e contado com o ingrediente ativo do tratamento de sementes, permitida pelo uso da vermiculita, sendo assim esse substrato pode atenuar os efeitos da deterioração tanto em condições de campo na pré-colheita, quanto ao longo do armazenamento (ROCHA et al., 2020). Essa hipótese parte do caráter higroscópico das sementes, no qual o seu teor de água está em equilíbrio com a umidade relativa (UR) do ar, sob temperatura específica do ambiente de armazenamento.

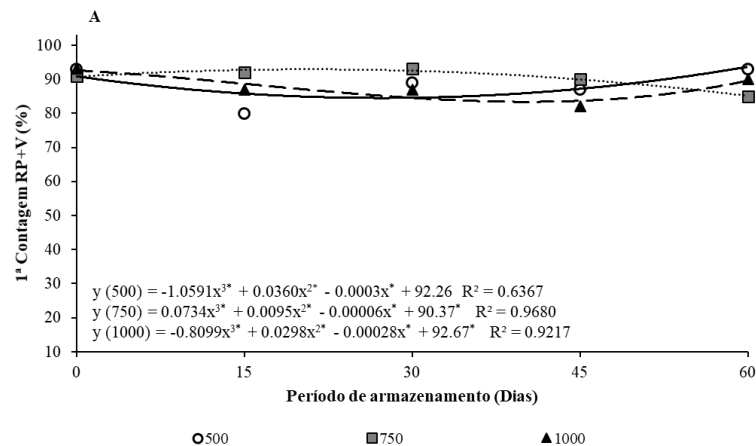
Tabela 5 - Primeira contagem de germinação rolo de papel mais vermiculita de sementes de soja, cultivar Brasmax Foco IPRO, em função da dosagem de Cruiser 350 FS® (D) e diferentes volumes finais de calda (V) e analisadas ao longo do armazenamento (A).

Armazenamento (dias)	Volume de calda (mL.100 kg ⁻¹ sementes)	Doses		
		0	1	2
0	500	93 Aa	89 Ab	95 Aa
	750	91 Aa	94 Aa	96 Aa
	1000	93 Aa	97 Aa	93 Aa
15	500	81 Ab	81 Aa	79 Aa
	750	91 Aa	80 Ba	81 Ba
	1000	87 Aa	79 Ba	79 Ba
30	500	89 Aa	87 Aa	86 Ab
	750	93 Aa	87 Ba	85 Bb
	1000	87 Aa	89 Aa	92 Aa
45	500	87 Aa	87 Ab	88 Aa
	750	90 Ba	97 Aa	89 Aa
	1000	92 Aa	87 Ab	87 Aa
60	500	93 Aa	89 Aa	89 Aa
	750	85 Ab	90 Aa	89 Aa
	1000	90 Aa	88 Aa	86 Aa

*As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna, para cada período de armazenamento, não diferem pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2021)

Ao contrário do observado na primeira contagem de germinação rolo de papel, na primeira contagem de germinação usando o substrato com vermiculita, as médias são superiores o uso de diferentes volumes e dosagem são amenizadas ao longo do armazenamento (Figura 5).



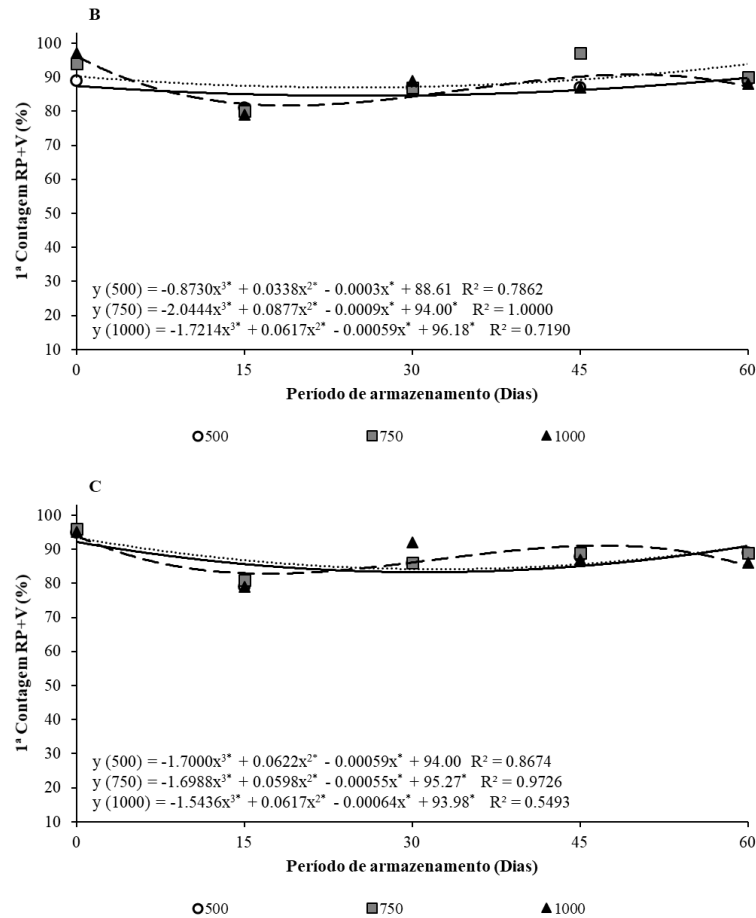


Figura 5 - Primeira contagem de germinação rolo de papel mais vermiculita sementes de soja, cultivar Brasmax Foco IPRO, em função da dosagem de Cruiser 350 FS® e diferentes volumes finais de calda (500, 750 e 1000 mL). A: Dose 0, B: Dose 1, C: Dose 2.

Fonte: Da autora (2021)

Ao adotar a vermiculita independente do volume final de calda e a dosagem em todos os períodos de armazenamento a média de plântulas germinadas foram superiores a 80%, ou seja, superior ao mínimo exigido para comercialização de sementes de soja, 80% (MAPA, 2013) este resultado contradiz ao observado no teste germinação rolo de papel (Tabela 4 e Figura 4).

O teor de água nas sementes de soja é uma característica importante que pode afetar os resultados obtidos no teste de germinação usando o procedimento de papel padrão (rolo de papel). Se a umidade inicial da semente é baixa (<11-13%) observa-se danos por embebição, enquanto teores acima de 15% não são afetadas no teste de germinação (TOLEDO et al., 2010). Portanto, como as sementes em estudos possuíam um teor de água baixo, a vermiculita

proporcionou uma menor velocidade de embebição e, portanto, percentuais superiores de germinação.

Tabela 6 – Germinação rolo de papel mais vermiculita de sementes de soja, cultivar Brasmax Foco IPRO, em função da dosagem de Cruiser 350 FS® (D) e diferentes volumes finais de calda (V) e analisadas ao longo do armazenamento (A).

Armazenamento (dias)	Volume de calda (mL.100 kg ⁻¹ sementes)	Doses		
		0	1	2
0	500	93 Aa	89 Ab	95 Aa
	750	91 Aa	94 Aa	96 Aa
	1000	93 Aa	95 Aa	97 Aa
15	500	82 Ab	83 Aa	82 Aa
	750	92 Aa	84 Ba	83 Ba
	1000	89 Aa	85 Aa	85 Aa
30	500	91 Aa	89 Aa	89 Aa
	750	93 Aa	87 Ba	86 Ba
	1000	88 Aa	90 Aa	92 Aa
45	500	88 Aa	90 Ab	89 Aa
	750	92 Ba	97 Aa	89 Ba
	1000	93 Aa	90 Ab	89 Aa
60	500	93 Aa	91 Aa	90 Aa
	750	89 Aa	92 Aa	89 Aa
	1000	92 Aa	90 Aa	86 Aa

*As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna, para cada período de armazenamento, não diferem pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2021)

O fato da vermiculita reduzir os efeitos de fotoxidex causado pela germinação em rolo de papel, pode ser esclarecidas por Yang et al. (2018) sugerem que a ocorrência de difusão de compostos não iônicos pelo pericarpo é capaz de lesar o endosperma, inibindo o processo de germinação e a formação da radícula. Porém, é importante observar que, mesmo na presença da membrana cutinizada, os princípios ativos podem passar pela endoderme durante o processo de embebição das sementes (BALDINI et al. 2018).

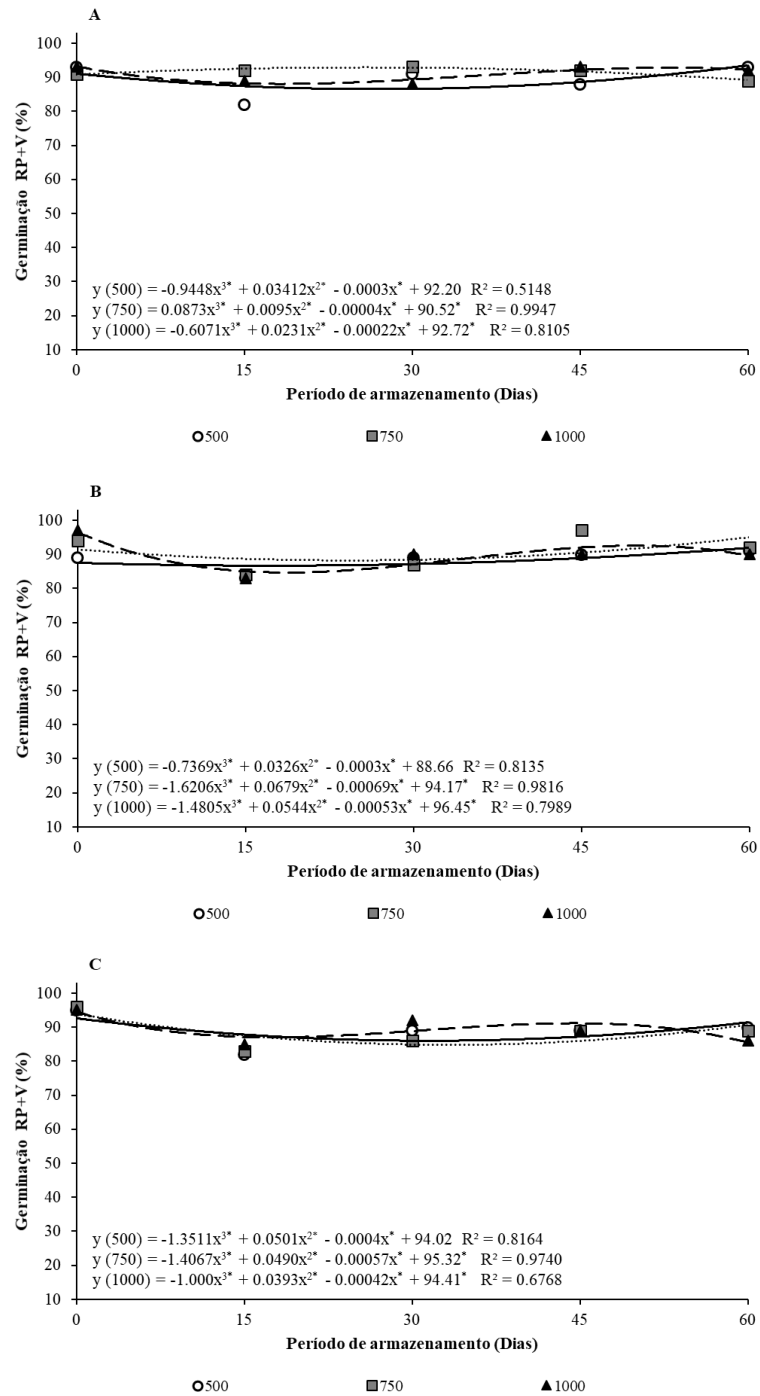


Figura 6 – Germinação em rolo de papel mais vermiculita, de sementes de soja, cultivar Brasmax Foco IPRO, em função da dosagem de Cruiser 350 FS® e diferentes volumes finais de calda (500, 750 e 1000 mL). A: Dose 0, B: Dose 1, C: Dose 2.

Fonte: Da autora (2021)

Na Tabela 7 é possível observar que após o tratamento das sementes, aos 0 dias, ao utilizar volumes de calda superiores a 750 mL na dose recomendada e dobro da dose, ocorre a redução no vigor das sementes de soja. Após o armazenamento, percebe-se que para todos os

períodos avaliados, o volume de calda de 1000 mL é prejudicial a qualidade das sementes, independente da dose utilizada.

Além disso, ao observar os diferentes volumes de calda em função de cada dose utilizada, percebe-se que para a maioria dos períodos de armazenamento avaliados, o tratamento com volumes de calda acima de 500 mL na dose 2 é mais prejudicial a qualidade das sementes de soja. Fato este confirmado ao analisar a figura 7 b e 7 c em que nota-se que as médias oscilaram mais ao utilizar o volume de calda final máximo (1000 mL) nas dose 1 e 2.

No entanto, aos 60 dias de armazenamento esse efeito não é mais observado, independentemente da dose utilizada (Tabela 7). Existem relatos da ação negativa do Tiametoxam em outras culturas, como Oliveira et al., (2020) ao estudarem a ação do Tiametoxam em sementes de milho armazenadas (0, 3, 6 e 9 meses), concluíram que o mesmo reduz a qualidade fisiológica das sementes do híbrido 2B647PW aos nove meses de armazenamento, bem como reduz a expressão das enzimas α -amilase, superóxido dismutase e catalase nas sementes tratadas com o inseticida.

Tabela 7 Vigor (%), por meio do envelhecimento acelerado contagem aos 5 dias, de sementes de soja, cultivar Brasmax Foco IPRO, em função da dosagem de Cruiser 350 FS® (D) e diferentes volumes finais de calda (V) e analisadas ao longo do armazenamento (A).

Armazenamento (dias)	Volume de calda (mL.100 kg ⁻¹ sementes)	Doses		
		0	1	2
0	500	81 Ab	84 Aa	79 Aa
	750	87 Aa	77 Bb	76 Ba
	1000	87 Aa	81 Ba	78 Ba
15	500	84 Aa	77 Ba	83 Aa
	750	78 Aa	74 Aa	65 Bb
	1000	81 Aa	69 Bb	66 Bb
30	500	85 Aa	75 Ba	77 Ba
	750	72 Ab	77 Aa	76 Aa
	1000	81 Aa	79 Aa	69 Bb
45	500	79 Ab	76 Aa	76 Aa
	750	89 Aa	76 Aa	58 Cc
	1000	81 Ab	63 Bb	63 Bb
60	500	81 Ba	87 Aa	77 Ba
	750	84 Aa	83 Aa	76 Ba
	1000	83 Aa	83 Aa	75 Ba

*As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna, para cada período de armazenamento, não diferem pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2021)

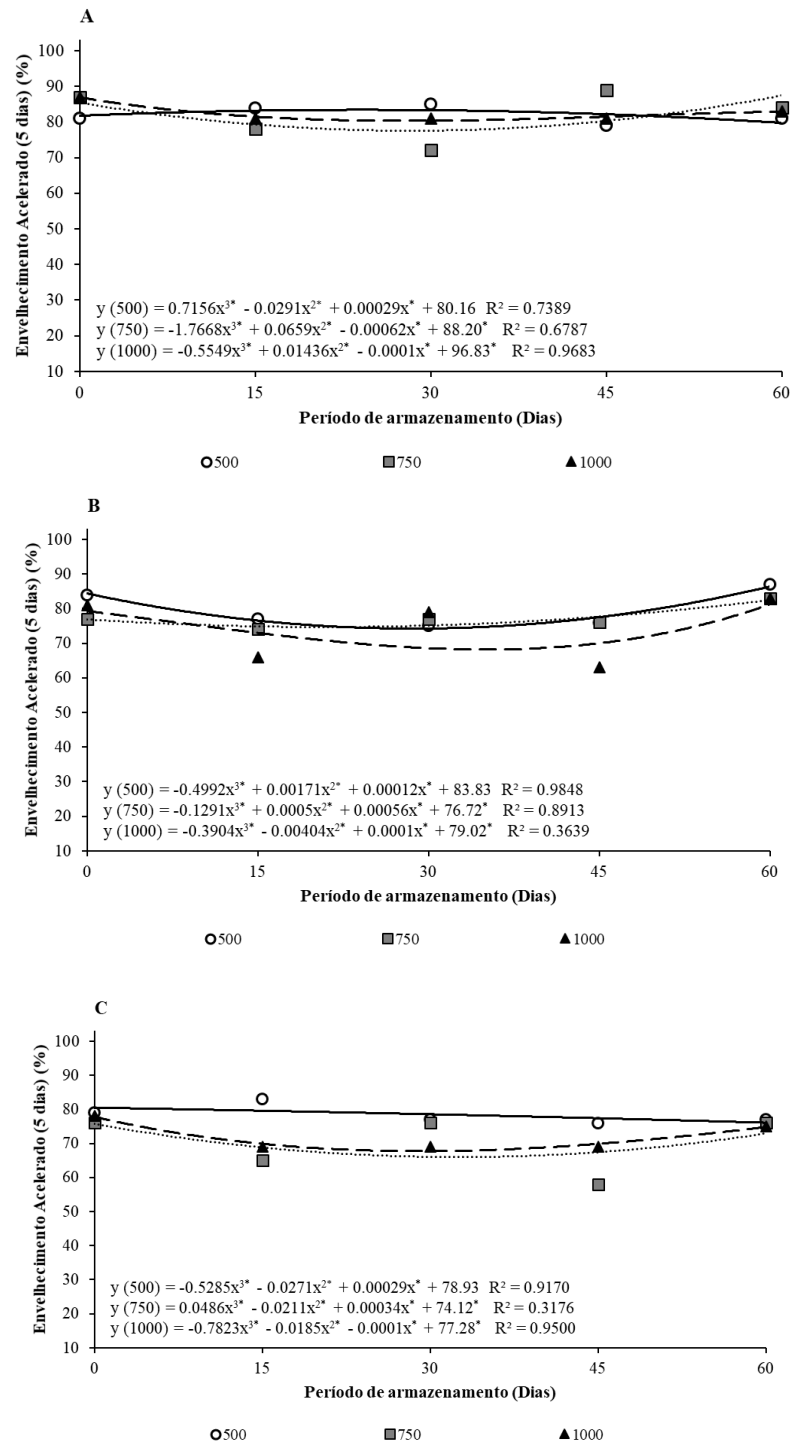


Figura 7 - Teste de envelhecimento acelerado aos 5 dias de sementes de soja, cultivar Brasmax Foco IPRO, em função da dosagem de Cruiser 350 FS[®] e diferentes volumes finais de calda (500, 750 e 1000 mL). A: Dose 0, B: Dose 1, C: Dose 2.

Fonte: Da autora (2021)

Médias percentuais de plântulas emergidas foram superiores na segunda leitura do teste de envelhecimento acelerado (8 dias), sendo esses percentuais próximos a 90% (Tabela 8), enquanto aos 5 dias de leitura a média era de 80% de plântulas emergidas, o que reitera o fato de que as sementes tratadas, por estarem com ingrediente ativo concentrado em seus tegumentos, pode acarretar danos de fitotoxicidade e os mesmos, com o tempo, serão sutis e permitem resultados mais consistentes, fato este observado também na germinação rolo de papel e na germinação rolo de papel mais vermiculita aos 8 dias.

Tabela 8 – Teste de envelhecimento acelerado aos 8 dias de sementes de soja, cultivar Brasmax Foco IPRO, em função da dosagem de Cruiser 350 FS[®] (D) e diferentes volumes finais de calda (V) e analisadas ao longo do armazenamento (A).

Armazenamento (dias)	Volume de calda (mL.100 kg ⁻¹ sementes)	Doses		
		0	1	2
0	500	83 Ab	86 Aa	86 Aa
	750	90 Aa	82 Ba	79 Bb
	1000	92 Aa	84 Ba	79 Cb
15	500	91 Aa	88 Aa	92 Aa
	750	93 Aa	92 Aa	89 Aa
	1000	88 Aa	86 Aa	89 Aa
30	500	90 Aa	83 Ba	85 Ba
	750	82 Bb	82 Ba	88 Aa
	1000	85 Ab	87 Aa	82 Aa
45	500	82 Ab	81 Aa	81 Aa
	750	91 Aa	82 Ba	80 Ba
	1000	83 Ab	73 Bb	75 Bb
60	500	85 Ab	89 Aa	86 Aa
	750	90 Aa	89 Aa	84 Ba
	1000	93 Aa	90 Aa	86 Ba

**As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna, para cada período de armazenamento, não diferem pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2021)

Ao analisar os efeitos do volume de calda final dentro de cada dosagem adotada ao longo do armazenamento, percebe-se, em todas as doses estudadas, uma queda do vigor aos 45 dias de armazenamento (Figura 8). Bem como, médias inferiores observadas ao utilizar volume final de calda de 1000 mL. Este resultado corrobora Zambon (2013) e Strieder et al. (2014), que recomendam a realização do industrial tratamento no máximo 60 dias antes do início da semeadura de modo a minimizar possíveis efeitos tóxicos para as sementes.

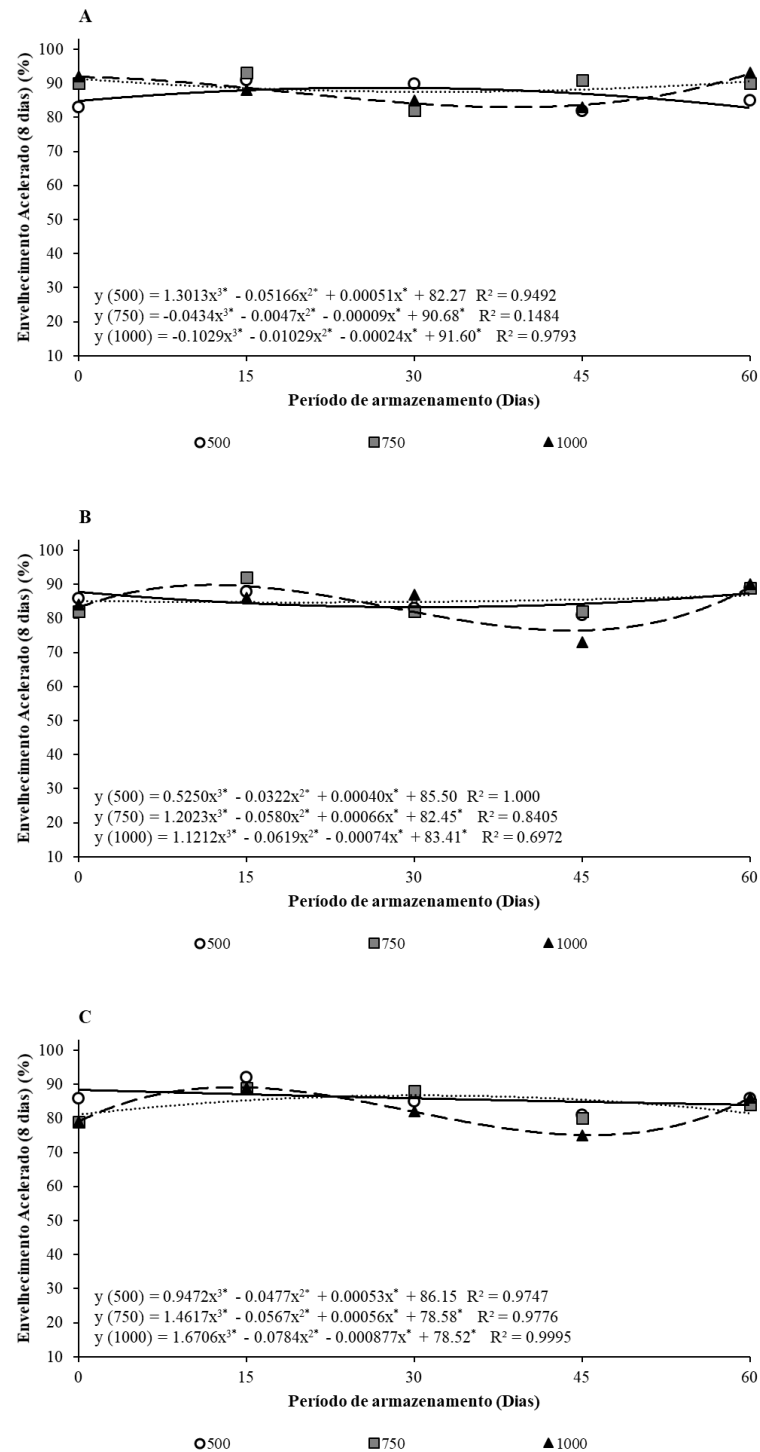


Figura 8 - Teste de envelhecimento acelerado aos 8 dias de sementes de soja, cultivar Brasmax Foco IPRO, em função da dosagem de Cruiser 350 FS[®] e diferentes volumes finais de calda (500, 750 e 1000 mL). A: Dose 0, B: Dose 1, C: Dose 2.

Fonte: Da autora (2021)

Percebe-se o dobro da quantidade do ingrediente ativo Tiametoxam (g/ Kg sementes de soja) ao aferir a dose 2, logo assegura-se que o tratamento foi conduzido de forma correta e que nas sementes analisadas realmente estavam presentes a dosagem recomendada (dose 1) e o dobro da mesma (dose 2). No volume de calda de 750 mL foi encontrada uma quantidade mínima superior aos volumes 500 e 1000 mL, o que justifica em alguns momentos fitotoxicidade superior desde em relação ao volume máximo de aplicação (Tabela 9).

Tabela 9 – Quantidade do ingrediente ativo Tiametoxam (g/ kg sementes de soja) mensurada pelo teste de HPLC da cultivar Brasmax Foco IPRO, em função da dosagem de Cruiser 350 FS[®] (D) e diferentes volumes finais de calda (V)

Doses	Volume Final (mL)		
	500	750	1000
1	0.61 Aa	0.65 Ba	0.62 Aa
2	1.23 Ab	1.33 Cb	1.28 Bb
CV	0.95		

*Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2021)

A assertividade da dose foi superior a 80%, parâmetro este usado como controle de qualidade interno da empresa, sendo que desvio abaixo de 80% recomenda o retratamento e superiores a 120% recomenda análises fisiológicas para estudo dos possíveis efeitos de fitotoxicidade nas sementes. Logo, todos os tratamentos foram superiores a 88% sendo assim a assertividade do Tiametoxam no tratamento de sementes neste estudo foi correta (Tabela 10).

Tabela 10 – Percentual de acerto do ingrediente ativo Tiametoxam (g/ kg sementes de soja) mensurada pelo teste de HPLC da cultivar Brasmax Foco IPRO, em função da dosagem de Cruiser 350 FS[®] (D) e diferentes volumes finais de calda (V)

Doses	Volume Final (mL)		
	500	750	1000
1	87.61 Ca	93.81 Aa	89.52 Ba
2	88.09 Aa	88.33 Ab	88.09 Aa
CV	0.98		

*Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2021)

Existem relatos de que a redução da qualidade fisiológicas de sementes pela ação de inseticidas intensifica-se com prolongamento do período de armazenamento das sementes tratadas (DAN et al., 2010). Santos et al. (2018) citam que alguns fatores podem afetar diretamente na eficiência dos tratamentos, como condições hídricas no momento da semeadura, durante o estabelecimento da cultura, assim como ingrediente ativo, formulação dos produtos fitossanitários e armazenamento. Rocha et al. (2020) observaram que moléculas inseticidas afetam a germinação de sementes de soja causando fitotoxidez, afetando o desenvolvimento de plântulas normais. Além do uso de moléculas inseticida, Abati et al. (2020) afirmam que o potencial fisiológico de sementes de soja é reduzido com o aumento do volume de calda utilizado no tratamento industrial e com o prolongamento do período de armazenamento, corroborando assim com este estudo.

De maneira geral, tantos os testes de vigor quanto de germinação foram observados que a molécula inseticida Tiametoxam deprecia o potencial fisiológico das sementes de maneira gradativa ao longo do armazenamento, não sendo ideal o utilizar o dobro da dosagem recomendada e o volume de calda de 1000 mL.

5. CONCLUSÕES

O erro na assertividade de dose do inseticida Tiametoxam, dobro da dose, proporciona efeitos negativos sobre a qualidade fisiológica das sementes.

Volume de calda para tratamento com Tiametoxam igual ou superior a 750 mL.100 kg⁻¹ de sementes, calda aquosa, é prejudicial a qualidade fisiológica e esse efeito é intensificado ao longo do armazenamento.

REFERÊNCIAS

- ABATI, J. et al. Physiological response of soybean seeds to spray volumes of industrial chemical treatment and storage in different environments. **Journal of Seed Science**, 42, 2020.
- ABRASEM. **Guia de boas práticas de tratamento de sementes**. <http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2014/12/Guia-TSI-completo.pdf> Acesso: 18 jun. 2020.
- ARAÚJO, M. M. **Caracterização e seleção de linhagens de soja resistentes ou tolerantes à ferrugem asiática**. Piracicaba: ESALQ, 2009. 77p. Dissertação Mestrado
- BALARDIN, R. S. et al. Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 7, p. 1120-1126, 2011.
- BALDINI, M.; FERFUIA C.; PASQUINI S. Effects of some chemical treatments on standard germination, field emergence and vigour in hybrid maize seeds. **Seed Science and Technology**, 46: 41–51, 2018
- BARROS, R.G.; BARRIGOSI, J.A.F.; COSTA, J.L.S. Efeito do armazenamento na compatibilidade de fungicidas e inseticidas, associados ou não a um polímero no tratamento de sementes de feijão. **Bragantia**, v.64, n.3, p.459-465, 2005.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para produção e comercialização de sementes. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2013. Available in: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/legislacao>> Access in: Fev, 15, 2021.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Projeções do Agronegócio: **Brasil 2018/19 a 2028/29 projeções de longo prazo** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. – Brasília: MAPA/ACE, 2019. 126 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária**. Brasília, DF: Mapa/ ACS, 2009. 395p.
- BRZEZINSKI, C. R. et al. Spray volumes in the industrial treatment on the physiological quality of soybean seeds with different levels of vigor. **Journal of Seed Science**, v.39, n.2, p. 174-181, 2017.
- BRZEZINSKI, C. R. et al. Seeds treatment times in the establishment and yield performance of soybean crops. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 37, p. 147-153, 2015.
- CARDOSO, V. J. M. Germinação. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p. 384-408.

CASTRO, G. S. A. et al. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 10, p. 1311-1318, 2008.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento, **Acompanhamento da Safra brasileira - Grãos**, Boletim grãos, novembro – v. 8, n. 2 - Safra 2020/2021, 2020.

DAN, L. G. D. M. et al. Desempenho de sementes de soja tratadas com inseticidas e submetidas a diferentes períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.2, p.215-222, 2010.

DECARLI, L. et al. Tratamento industrial em sementes de soja: qualidade fisiológica e desempenho da cultura. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences/Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.14, n.3, 2019.

DELOUCHE, J. C. Seed quality, and storage of soybeans. *In*: WHIGRUM, D. K. (ed.). **Soybean production, protection and utilization**. Urbana: University of Illinois. 1975. p. 86-107. (Intsoy, 6).

DOMENE, M. P. **Fatores determinantes de descartes de sementes de soja (*Glycinemax L. Merrill*) produzidas no estado de Minas Gerais**. 1992. 56 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1992.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja** – região central do Brasil- 2012 e 2013. Accessed on: 18 jun 2020.
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/904487/5/TEC.PROD.15.pdf>

FANAN, S. et al. Influência da colheita e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 31, n. 1, p. 150-159, 2009.

FERNÁNDEZ PASCUAL, E. et al.. A local dormancy cline is related to the seed maturation environment, population genetic composition and climate. **Annals of Botany**, Las Palmas de Gran Canaria, n. 112, p. 937–945, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n.4, p.278- 286, 2014.

FRANÇA NETO J. B. et al.. Adoção do tratamento industrial de sementes de soja no Brasil, safra 2014/15. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 25, n. 1. p. 26-29, 2015.

HENNING, A.A. et al. Importância do tratamento de sementes de soja com fungicidas na safra 2010/2011, ano de “La Niña”. Londrina: **Embrapa Soja**, 2010. (Circular Técnica, 82).

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 163-166, 2006.

- KRZYŻANOWSKI, FC; FRANÇA-NETO, JB; HENNING, AA **A alta qualidade de sementes de soja: fator importante para a produção da cultura**. Circular Técnica 136 . 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 24p.
- LOPES, J. C. et al. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em Alegre-ES. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 51-58, 2002.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. p.133-149.
- MARTINS-FILHO, et al. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em Alegre-ES. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 51-58, 2009.
- MARYAM, D.; OSKOUIE, B. Study the effect of mechanical damage at processing on soybean seed germination and vigor. **Journal of Agricultural and Biological Science**, v. 6, p. 60-64, 2011.
- MINUZZI, A. et al. Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 176-185, 2010.
- MUNKVOLD, G.; SWEETS, L.; WINTERSTEEN, W. **Iowa commercial pesticide applicator manual: category 4**. Ames: Iowa StateUniversity, 2006.
- NEVE, J. M. et al. Quality of soybean seeds with high mechanical damage index after processing and storage. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 11, p. 1025-1030, 2016.
- NUNES, J. C. da S. Tratamento de sementes de soja como um processo industrial no Brasil. **Seed News**, Ano XX, n. 1, jan/fev 2016.
- OLIVEIRA, T. L. D. et al. Biochemical changes and physiological quality of corn seeds subjected to different chemical treatments and storage times. **Journal of Seed Science**, v.42, 2020.
- PEREIRA, C.L. et al. Efeito da adição de biorregulador ao tratamento industrial sobre a qualidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) aos sessenta dias de armazenamento convencional. **Revista Colombiana de investigaciones agroindustriales**. v.3, n.2, p.15-22, 2016.
- PEREIRA, L.C. et al. Addition of biostimulant to the industrial treatment of soybean seeds: physiological quality and yield after storage. **Journal of Seed Science**, v.40, n.4, p.442-449, 2018.
- ROCHA, D. K. et al. Does the substrate affect the germination of soybean seeds treated with phytosanitary products?. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 44, 2020.

SANTOS, S. F. et al. Composition and volumes of slurry in soybean seeds treatment in the industry and physiological quality during storage. **Journal of Seed Science**, v.40, n.1, p.067-074, 2018.

DOS SANTOS SARMENTO, H. G. et al. Determinação do teor de água em sementes de milho, feijão e pinhão-mansão por métodos alternativos. **Revista Energia na Agricultura**, v. 30, n. 3, p. 250-256, 2015.

SCHEEREN, B. R. et al. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.35-41, 2010.

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N. Crescimento em laboratório de plântulas de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 21, n. 1, p. 229-234, 1999.

SEGALIN, S.R. et al. Physiological quality of soybean seeds treated with different spray volumes. **Journal of Seed Science**, v.35, n.4, p.501-509, 2013.

SILVA, H. P. et al. Qualidade de sementes de *Helianthus annuus* L. em função da adubação fosfatada e da localização na inflorescência. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, p.1160-1165, 2011a.

SILVA, M. F. da. et al. Tolerance of crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) to salinity and water stress during seed germination and initial seedling growth. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 43, n.1, p. 1-13, 2019.

SILVA, R. P. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* L.) durante o beneficiamento. **Semina: ciências agrárias**, Londrina, v. 32, p. 1219-1230, 2011b.

STRIEDER, G. et al. Estudo técnico e de cenários econômicos para implantação de uma unidade de tratamento industrial de sementes de soja e trigo. **Informativo Abrates**, v.24, n.3, p.118-123, 2014.

TAVARES, S.; et al. Avaliação dos efeitos fisiológicos de thiametoxan no tratamento de sementes de soja. **Revista de Agricultura**, v.82, n.1, p.47-54, 2007.

TOLEDO, M. Z.; et al. Imbibition damage in soybean seeds as affected by initial moisture content, cultivar and production location. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 38, n. 2, p. 399-408, 2010.

USDA, Foreign Agricultural Service/USDAn July 2020 Global Market Analysis
<https://downloads.usda.library.cornell.edu/usdaemis/files/5q47rn72z/4m90fh10w/zw12zt148/production.pdf>

YANG, D.B., AVELAR S.A.G., TAYLOR A.G. Systemic seed treatment uptake during imbibition by corn and soybean. **Crop Science**, v.58, p.2063–2070, 2018.

ZAMBON, S. Aspectos importantes do Tratamento de Sementes. **Informativo Abrates**, v.23, n.2, p.26, 2013.