



NASMA HENRIQUETA DA SORTE COSSA

**DESLINTAMENTO, NEUTRALIZAÇÃO E TRATAMENTO
QUÍMICO SOBRE A QUALIDADE DE SEMENTES DE
ALGODÃO ARMAZENADAS**

**LAVRAS - MG
2023**

NASMA HENRIQUETA DA SORTE COSSA

**DESLINTAMENTO, NEUTRALIZAÇÃO E TRATAMENTO QUÍMICO SOBRE A
QUALIDADE DE SEMENTES DE ALGODÃO ARMAZENADAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutora.

Prof. Dr. Everson Reis Carvalho
Orientador

Dra. Juliana Maria Espíndola Lima
Co-orientadora

**LAVRAS - MG
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Cossa, Nasma Henriqueta Da Sorte.

Deslincamento, neutralização e tratamento químico sobre a
qualidade de sementes de algodão armazenadas / Nasma Henriqueta
Da Sorte Cossa. - 2023.

90 p.: il.

Orientador(a): Everson Reis Carvalho.

Coorientador(a): Juliana Maria Espindola Lima.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2023.

Bibliografia.

1. Gossypium hirsutum L. 2. Fungos. 3. Beneficiamento de
sementes. 4. Vigor. 5. Tratamento fitossanitário. I. Carvalho,
Everson Reis. II. Lima, Juliana Maria Espindola. III. Título.

NASMA HENRIQUETA DA SORTE COSSA

**DESLINTAMENTO, NEUTRALIZAÇÃO E TRATAMENTO QUÍMICO SOBRE A
QUALIDADES DE SEMENTES DE ALGODÃO ARMAZENADAS**

**DELINCING, NEUTRALIZATION AND CHEMICAL TREATMENT ON THE
QUALITIES OF STORED COTTON SEEDS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutora.

APROVADA em 13 de Março de 2023.

Dr. Everson Reis Carvalho UFLA

Dra. Christiane Augusta Diniz Melo UFLA

Dra. Heloisa Oliveira dos Santos UFLA

Dr. Hugo Cesar Rodrigues Moreira Catão UFU

Dra. Marcela Carlota Nery UFVJM

Dr. Everson Reis Carvalho
Orientador

**LAVRAS - MG
2023**

*Com gratidão, dedico este trabalho a Deus, pelo dom da vida, por me manter
saudável durante a caminhada, devo a ele tudo o que sou
A minha filha Taurielly, a quem retirei alguma parte da atenção, pelo carinho,
compreensão pelos momentos em que a dedicação aos estudos foi exclusiva, e embora nova
manifestava atenção com perguntas do tipo:
“Mãe não vais comer? ainda falta muito? vou te fazer companhia para estudar.
Para ti meu amor Taurielly Nasma Zevo, meu eterno obrigado.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me mantido saudável fisicamente, espiritualmente e emocionalmente durante a caminhada e por ter colocado na minha vida pessoas especiais que me impactaram.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Departamento de Agricultura, ao Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia e ao Setor de Sementes, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Banco Africano de Desenvolvimento (BAD), Universidade Lúrio (UniLúrio) e a Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pela bolsa de estudos.

As empresas J&H Sementes, Sygenta-Seed Care Institute, pelo fornecimento das sementes e dos produtos para realização da pesquisa.

A minha mãe Lúcia Fabião Licede, pelas orações amor e carinho.

Ao meu orientador Professor Everson Reis Carvalho, pela orientação, auxílio e ensinamentos transmitidos.

A minha coorientadora Juliana Maria Espíndola Lima, por todos ensinamentos, orientação, amizade, motivação e por ser inspiradora desde que nos conhecemos.

À secretária do programa de pós-graduação em Agronomia Fitotecnia Marli dos Santos Túlio, pelo apoio moral, esclarecimento e por ser sempre prestativa.

Aos professores do Departamento da Agricultura (DAG) e aos professores do Setor de Sementes pelos ensinamentos e contribuição durante a formação.

Aos funcionários do Laboratório Central de Pesquisa em Sementes (LCPS) e do Laboratório de Patologia de Sementes, pelos ensinamentos e colaboração durante a condução da pesquisa.

À Melvis, Sheila e Dulcidia, pelo companheirismo, amizade, apoio incondicional e por terem me auxiliando a cuidar da minha filha quando não podia serei eternamente grata.

Aos meus irmãos: Abrantes, Elisa, Linoca, Rosta e Zacarias e aos meus amigos: Enia, Ivan, Jonas e Marcial pela amizade, incentivo, apoio e carinho.

Aos membros da banca Dra. Christiane Augusta Diniz Melo, Dra. Heloisa Oliveira dos Santos, Dr. Hugo Cesar Rodrigues Moreira Catão, Dra. Marcela Carlota Nery, pelas contribuições para melhoria e enriquecimento do trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram para conquista deste título, meus sinceros agradecimentos.

OBRIGADO! KHANIMAMBO!! ASSANTE!!!

RESUMO

A cotonicultura é uma das atividades agrícolas de grande impacto na economia mundial, no Brasil, vem ganhando destaque no agronegócio nacional devido a sua grande contribuição e importância socioeconômica. Atualmente, o Brasil ocupa a quinta posição entre os grandes produtores mundiais, posição de privilégio conquistada através de avanços no desenvolvimento de pesquisa visando o aumento da produtividade e crescente investimento na adoção de tecnológicas de manejo da cultura. Durante o processo de beneficiamento do algodão, o mesmo passa pela etapa de descaroçamento, que visa a separação da fibra do caroço, após esta etapa as sementes ainda se encontram revestidas de fibras curtas denominadas línter. De forma a eliminar o línter, passa-se para outra etapa que é o deslinteramento, que pode ser realizado de diversas formas. Além do deslinteramento, o tratamento de sementes com produtos fitossanitários é uma técnica de grande adoção e impacto. Neste sentido, propôs-se nesta pesquisa, estudar os níveis de deslinteramento, tipos de neutralizante e tratamento químico sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de algodão antes e após o armazenamento. Para isso, o trabalho foi dividido em quatro capítulos. Tendo se objetivado no primeiro capítulo, determinar o efeito do deslinteramento e do resíduo de neutralizantes na qualidade fisiológica de sementes de algodão armazenadas por meio da análise de imagens. No segundo, objetivou-se analisar os efeitos das combinações de níveis de deslinteramento e composições dos tratamentos químicos sobre as qualidades fisiológica e funcional de sementes de algodão armazenadas. No terceiro capítulo objetivou-se avaliar a influência dos níveis de deslinteramento sobre a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de algodão tratadas e armazenadas. E no quarto capítulo, avaliou-se o efeito das implicações das doses e volumes de calda no tratamento químico sobre a qualidade fisiológica de sementes de algodão. Pode-se inferir que os neutralizantes Cal virgem, Cal hidratada e Calcário filler não prejudicaram a qualidade fisiológica de sementes algodão, porém, o neutralizante NaOH apresenta efeito contínuo após o armazenamento reduzindo a qualidade fisiológica das sementes de algodão. A análise de imagem digital foi eficiente na identificação de diferenças de níveis de vigor. Sementes com o deslinteramento correto próximo de 100%, ou no mínimo de 90%, apresentaram maiores qualidades fisiológica e física/funcional, tanto no início quanto após o armazenamento. A mistura de calda com a combinação do fungicida Dynasty[®], os inseticidas Cruiser[®] 350 FS, Fortenza[®] 600 FS[®] e o nematicida Avicta[®] 500 FS, foi eficiente no controle dos fungos *Aspergillus sp.* e *Fusarium* e erradicaram a ocorrência dos fungos *Colletotrichum gossypii* e *Penicilium sp.*, o que consequentemente contribuiu para manutenção da qualidade sanitária e fisiológica no armazenamento. Os volumes de calda de 3100, 3600 e 4100 mL.100 kg⁻¹ não prejudicaram a germinação das sementes, quando não armazenadas, porém reduziram o vigor.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L. Fungos. Beneficiamento de sementes. Vigor. Tratamento fitossanitário.

ABSTRACT

Cotton farming is one of the agricultural activities with a great impact on the world economy, in Brazil, it has been gaining prominence in the national agribusiness due to its great contribution and socioeconomic importance. Currently, Brazil occupies the fifth position among the world's major producers, a position of privilege conquered through advances in the development of research aimed at increasing productivity and increasing investment in the adoption of technologies for crop management. During the cotton processing process, it goes through the ginning stage, which aims to separate the fiber from the seed, after this stage the seeds are still coated with short fibers called linter. In order to eliminate the linter, we move on to another step, which is delinting, which can be carried out in several ways. In addition to delinting, seed treatment with phytosanitary products is a widely adopted and impactful technique. In this sense, it was proposed in this research to study the levels of delinting, types of neutralizing and chemical treatment on the physiological and sanitary quality of cotton seeds before and after storage. For this, the work was divided into four chapters. Having aimed in the first chapter, to determine the effect of delinting and neutralizing residue on the physiological quality of stored cotton seeds through image analysis. In the second, the objective was to analyze the effects of combinations of delinting levels and compositions of chemical treatments on the physiological and functional qualities of stored cotton seeds. The third chapter aimed to evaluate the influence of delinting levels on the sanitary and physiological quality of treated and stored cotton seeds. And in the fourth chapter, the effect of the implications of the doses and volumes of syrup in the chemical treatment on the physiological quality of cotton seeds was evaluated. It can be inferred that the neutralizing Quicklime, Hydrated Lime and Lime filler did not harm the physiological quality of cotton seeds, however, the neutralizing NaOH has a continuous effect after storage, reducing the physiological quality of cotton seeds. Digital image analysis was efficient in identifying differences in vigor levels. Seeds with the correct delinting close to 100%, or at least 90%, showed higher physiological and physical/functional qualities, both at the beginning and after storage. The spray mixture with the combination of Dynasty® fungicide, Cruiser® 350 FS, Fortenza® 600 FS® and Avicta® 500 FS nematicide was efficient in controlling *Aspergillus* sp. and *Fusarium* and eradicated the occurrence of *Colletotrichum gossypii* and *Penicillium* sp., which consequently contributed to the maintenance of sanitary and physiological quality in storage. Syrup volumes of 3100, 3600 and 4100 mL.100 kg⁻¹ did not affect seed germination when not stored, but reduced vigor.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L. Fungi. Seed improvement. Vigor. Phytosanitary treatment.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	8
2 REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1 Importância da cultura do algodão	8
2.3 Tratamento de sementes	11
2.4 Armazenamento	13
2.5 Análise de imagem	13
REFERÊNCIAS	15
CAPÍTULO 1	19
DELINTING AND NEUTRALIZERS RESIDUE EFFECT ON STORED COTTON SEEDS PHYSIOLOGICAL QUALITY DETERMINED BY PHENOTYPING IMAGE ANALYSIS	
1 INTRUDUCTION	20
2 MATERIAL AND METHODS	21
3 RESULTS AND DISCUSSION	23
4 CONCLUSIONS	34
REFERENCES	35
CAPÍTULO 2	37
NÍVEIS DE DESLINTAMENTO E COMPOSIÇÕES DE TRATAMENTO QUÍMICO E AS INFLUÊNCIAS SOBRE QUALIDADE FISIOLÓGICA E ATRIBUTOS FUNCIONAIS DENTRO DA QUALIDADE FÍSICA DAS SEMENTES DE ALGODÃO ARMAZENADAS	
1 INTRODUÇÃO	39
2 MATERIAIS E MÉTODOS	40
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4 CONCLUSÕES	55
REFERÊNCIAS	56
CAPÍTULO 3	59
NÍVEIS DE DESLINTAMENTO E OS EFEITOS NA QUALIDADE SANITÁRIA DE SEMENTES DE ALGODÃO TRATADAS E ARMAZENADAS	
1 INTRODUÇÃO	60
2 MATERIAIS E MÉTODOS	61
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	64
4 CONCLUSÕES	74
REFERÊNCIAS	75
CAPITULO 4	77
ASSERTIVIDADE DE DOSES E VOLUMES DE CALDA EM TRATAMENTO INDUSTRIAL E A QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ALGODÃO	
1 INTRODUÇÃO	78
2 MATERIAL E MÉTODOS	79
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	82
4 CONCLUSÕES	86
REFERÊNCIAS	87

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cotonicultura é uma das atividades de grande importância para economia mundial, sendo praticada em mais de 80 países. O Brasil, ocupa a quinta posição no ranking mundial de produtividade entre os maiores produtores, antecedido pela Índia, Estados Unidos da América, China e Paquistão. Apesar do algodoeiro ser uma cultura bem estabelecida e adaptável as condições edafoclimáticas do Brasil, as características das sementes de algodão de apresentar fibras aderidas ao seu tegumento denominadas línter, torna-as suscetíveis a incidência de fungos e insetos praga, precisando especial atenção no manejo fitossanitário.

Assim, a qualidade sanitária de sementes de algodão e a plantabilidade são fatores determinantes para obtenção de um estande adequado no campo e garantir uma boa produtividade. Portanto, o deslincamento e o tratamento químico de sementes de algodão, são ferramentas indispensáveis que têm sido utilizadas como medidas para amenizar os problemas ligados a sanidade visando a proteção e erradicação de patógenos associados as sementes. Contudo, com o entendimento do valor da semente, tem sido crescente o emprego de vários pacotes tecnológicos na cadeia de produção do algodão, pois o setor algodoeiro depara-se com alguns desafios ligados a qualidade fisiológica e sanitária, bem como a plantabilidade das sementes, demandando sementes que apresentem bom desempenho em campo e a preservação da qualidade durante o armazenamento.

Diante do exposto objetivou-se estudar as relações dos níveis de deslincamento químico e qualidade das sementes, identificar os tipos de neutralizante que não tenham efeito residual sobre a qualidade das sementes ao longo do armazenamento e estudar as metodologias de tratamento de sementes industrial (TSI) que assegurem a manutenção da qualidade fisiológica e sanitária das sementes de algodão durante o armazenamento bem como a sua plantabilidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da cultura do algodão

A cotonicultura é uma das atividades agrícolas de grande importância socio econômico com grande contribuição para economia mundial. Na safra de 2021/22 teve uma produção estimada em 25,733 milhões de toneladas de algodão em pluma (ICAC, 2023).

Atualmente, o Brasil ocupa a quinta posição no ranking mundial de produtividade estando entre os maiores produtores, antecedido da Índia, Estados Unidos da América, China e Paquistão. Porém, o país ocupa a primeira posição em produção de sequeiro (ABRAPA 2023).

As posições de destaque que a cotonicultura brasileira ocupa a nível mundial, é reflexo da utilização de sementes de alta qualidade fisiológica e sanitária, implementação de programas de melhoramento, adoção do tratamento industrial de sementes, armazenamento em câmara fria e crescente desenvolvimento de pesquisas visando a eficiência no aumento da produtividade (SOARES et al.; 2010; OLIVEIRA et al.; 2012; MARCOS FILHO, 2015).

O que se reflete na produção nacional, pois, de acordo com os dados disponibilizados pela Companhia Nacional de Abastecimento, referentes ao sexto levantamento da safra brasileira de grãos 2022/3, estima-se em uma área de 1.664,5 mil hectares que a produtividade e a produção de pluma atinja 1,672 kg/ha e 2.783,7 mil ton/ha com um crescimento de 4,8 e 9,0% respectivamente em relação a safra 2021/22 (CONAB, 2023).

E para a produção de sementes legalizada, com garantia de procedência de acordo com os parâmetros de qualidade de produção e comercialização de sementes de algodão na safra de 2020/21 foi de 31.348 toneladas com os estados da Bahia e Mato Grosso contribuindo com 142 e 936 toneladas respectivamente (ABRASEM, 2023).

2.2 Qualidade de sementes

A qualidade de sementes é representada pela interação entre os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, estes que na sua combinação irão propiciar o desenvolvimento de plantas de alta produtividade.

No que se refere a qualidade genética das sementes, tem-se a contaminação varietal (PESKE et al., 2012), que pode ocorrer nas etapas de pós-colheita, e a genética em nível de campo. Com o isolamento dos campos de produção, limpeza de equipamentos utilizados e cuidado com o manejo de sementes pós-colheita, esses tipos de contaminações podem ser reduzidos ou evitados (PESKE; BARROS, 2006).

A qualidade física das sementes pode ser comprometida no momento da colheita, pois, com a cadeia de produção cada vez mais tecnificada e o uso de maquinários, pode levar a ocorrência de danos mecânicos e fatores como intensidade, local, número de impactos e grau

de umidade das sementes são capazes de ocasionar perdas em sua qualidade física (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A qualidade fisiológica das sementes está diretamente ligada ao genótipo, as condições ambientais que foi produzida e armazenada até a comercialização (MARINCEK, 2000). Sendo que esta deverá ser capaz de desempenhar suas funções vitais, caracterizadas pela germinação, longevidade e vigor. (BEWLEY; BLACK, 1994)

A qualidade sanitária, deve ser monitorada ao longo do armazenamento, pois a deterioração reduz a qualidade fisiológica das sementes, além do que as sementes são meios de transmissão de patógenos introduzidos em novas áreas outrora isentas (FREITAS et al., 2000)

Além destes fatores mencionados, para a produção de semente de boa qualidade deve-se ter especial atenção nas etapas de colheita, pós-colheita, bem como as condições de armazenamento (POPINIGIS, 1985). Em particular para as sementes de algodão que apresentam fibras aderidas ao tegumento denominadas de línter. Este línter, reduz a capacidade da semente de absorver água, fator que retarda o processo germinativo, constitui abrigo de microrganismos fitopatogênicos e compromete a plantabilidade (LOPES et al., 2006).

A plantabilidade é de suma importância na cultura do algodão, esta que consiste na distribuição das sementes na linha de semeadura a uma distância uniforme, com mínimo grau de competição, de forma que haja maior rendimento e conseqüentemente, aumento na produtividade dos grãos (HEIFFIG et al., 2006).

O espaçamento ideal na distribuição das sementes influencia no crescimento, desenvolvimento e produtividade, pois a falta de uniformidade pode tornar ineficiente o aproveitamento dos recursos, como água, luz, nutrientes, provocando a competição e o acamamento (ENDRES, 1996).

Em razão disso, torna-se necessário e indispensável submeter as sementes ao deslindamento de forma a melhorar a plantabilidade das sementes de algodão. O deslindamento, é uma etapa do beneficiamento de sementes de algodão que precede o descaroçamento, que consiste na remoção parcial e ou total do línter, podendo ser feito de diferentes formas sendo: deslindamento mecânico, flambagem e químico (LOPES et al., 2006).

No deslindamento mecânico, são utilizados deslindadores mecânicos formados por várias serras próximas umas das outras fazendo movimentos rotativos que retiram o línter à medida que as serras giram (BALTIERI, 1993). Já o deslindamento por flambagem, foi desenvolvido como um processo que vem complementar o deslindamento mecânico, onde as

sementes são colocadas no flambador, fazendo passar as sementes por um tubo vertical por gravidade onde está acoplado um bico queimador de gás na sua base que queima o linter (QUEIROGA; BEZERRA; CORREIA, 1993).

E por último o deslntamento químico, que consiste no uso de ácidos fortes, de forma a degradar o linter que reveste a semente de algodão, podendo ser aplicado via úmida quando utilizado o ácido sulfúrico (H_2SO_4) ou via seco quando utilizado o ácido clorídrico (HCl), mesmo que aplicados de formas diferentes, os dois métodos são eficientes para remover na totalidade o linter que reveste as sementes (FREIRE, 2015). Ademais, o deslntamento químico é o mais usado por permitir ser replicado para volumes de larga escala de produção e por ser mais eficaz em relação aos outros dois (VIEIRA; BELTRÃO, 1999).

Após as sementes passarem pelo processo de deslntamento químico apresentam um pH baixo, e para corrigir a acidez as sementes são submetidas a neutralização da acidez utilizando-se bases fracas como: hidróxidos de sódio, cálcio, magnésio e potássio que atuam como neutralizantes agindo como estabilizadores de estresse pós deslntamento (SALLUM et al., 2010). Assim é de extrema importância o entendimento do efeito residual das substâncias neutralizantes sobre a germinação de sementes e seu efeito durante o armazenamento.

2.3 Tratamento de sementes

Sementes não tratadas podem constituir um veículo de introdução de patógenos em novas áreas de produção outrora isentas. Sendo que este aspeto pode ser revertido quando se tem previamente cuidados fitossanitários. Assim, o tratamento industrial de sementes, com produtos químicos tem se tornado uma prática indispensável para os produtores de sementes, pois a utilização destes produtos além de garantir a proteção das sementes elimina patógenos de campo e de armazenamento com maior ênfase para os fungos (KROHN; MALAVASI, 2004).

Segundo Freitas et al. (2000), os fungos dos gêneros *Aspergillus sp.* e *Fusarium sp.* e *Penicillium sp.*, são os principais fungos encontrados em sementes de algodão armazenadas, que prejudicam a qualidade das sementes acelerando a sua rápida deterioração.

Não menos importantes também, destacam-se os gêneros *Colletotrichum sp.*, *Rhizopus*, *Cladosporium sp.*, *Brotrydiploidia*, *Phomopsis sp.*, *Rhizoctonia solani*, *Curvalaria sp.* e *Alternaria*. A incidência dos fungos em sementes armazenadas pode estar associada à

procedência das sementes, uma vez que os fungos sobrevivem nos solos por longos períodos e colonizam as sementes (SANTOS et al., 2001).

Além dos fungos associados às sementes, merecem especial atenção os chamados insetos pragas, que danificam sua estrutura, criando perfurações, consumindo suas reservas, afetam a emergência, culminando com redução significativa do estande, resultando ainda no baixo desempenho da planta (BAUDET; PESKE, 2007).

Assim, o controle destes agentes fitopatógenos do solo e do armazenamento com o tratamento químico de sementes a base de fungicidas e inseticidas sistêmicos, têm uma ação preventiva garantido a proteção da semente desde o momento da armazenamento, semeadura até a emergência de uma nova planta, sendo que estes produtos sistêmicos asseguram o seu efeito até vinte dias após a semeadura, podendo garantir o estabelecimento da lavoura (JULIATTI et al., 2010).

Ademais alguns estudos tem comprovado que os ingredientes ativos dos produtos químicos e os aditivos incorporados às sementes proporcionam um efeito positivo sobre a qualidade fisiológica e sanitária, garantindo um maior aproveitamento do desempenho das sementes (BRAGHIN et al., 2014; BORGES et al., 2016; ALVES et al., 2017).

Porém, há controvérsias em relação aos benefícios do tratamento químico de sementes havendo relatos de fitotoxicidade das sementes tratadas quimicamente, principalmente quando estas são submetidas ao armazenamento (SANTOS et al., 2018; ROCHA et al., 2020).

Contudo, o tratamento de sementes para ser considerado eficiente deve tomar em consideração alguns fatores: utilização da dose recomendada pelo fabricante; distribuição uniforme e aderência do produto às sementes, eliminação do risco ao operador, sem contaminação ambiental (MAUDE, 1996).

Assim, a geração do pó em sementes tratadas está relacionada à aderência dos produtos as sementes, indicando a incompatibilidade entre formulações, o que geraria perda do produto após o tratamento tornando ineficiente o tratamento, pois as sementes não teriam a proteção esperada (AVELA; VILLELA; BAUDET, 2009). Desta forma, torna-se necessário a aplicação do teste de *Dust-off* (desprendimento de poeira), para avaliar o nível de desprendimento do produto aplicado. Sendo que, segundo o código europeu, para as sementes de algodão é permitido 6,0 gramas de pó por 100 kilogramas de sementes (Euroseeds, 2023).

Neste sentido, o tratamento de sementes, principalmente de algodão, ainda carece de mais pesquisas de forma a saber qual a melhor forma de aplicação destes produtos, qual o

melhor momento para sua aplicação e qual o período que esta semente tratada pode ficar armazenada sem causar danos a qualidade fisiológica.

2.4 Armazenamento

O período de viabilidade da semente é extremamente variável, dependendo tanto de características genéticas, quanto de efeitos ambientais durante as fases de desenvolvimento, colheita, processamento e armazenamento (GRIS et al., 2010).

As melhores condições para manutenção da qualidade das sementes são as de baixa umidade relativa do ar e temperatura, pelo fato de manterem o embrião em baixa atividade metabólica (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

As condições de temperatura e umidade relativa do ar, durante o armazenamento, são de grande importância na evolução da deterioração, a qual não pode ser evitada, mas pode ser minimizada no armazenamento sob condições adequadas (SANTOS et al., 2004). Assim, a manutenção da qualidade da semente durante o período de armazenamento é um aspecto a ser considerado dentro do processo produtivo de qualquer cultura, visto que o sucesso da lavoura depende, principalmente, da utilização de sementes com alto padrão de qualidade (FREITAS et al., 2004).

2.5 Análise de imagem

A análise de imagem é uma técnica que consiste no reconhecimento de uma cena, de forma a gerar características dimensionais comprimentos e áreas ou objetos, atributos como padrões de cores texturas e mensuração dos mesmos por meio de métodos de frequência de elementos formadores de imagem denominadas pixels, sendo que o processamento da imagem é feito através de algoritmos sistematizados pela computação (CÍCERO et al., 1998).

Desta forma, para a obtenção do processamento da imagem digital, é necessário obedecer a quatro etapas sendo:

Captura da imagem, que pode ser feita através de uma câmera fotográfica e scanner, durante esta etapa, se procede a digitalização da imagem. Em seguida segue-se o Pré-processamento, que consiste na melhoria da imagem, removendo os ruídos e realce de

contrastes. Sendo esta umas etapas fundamentais que irão determinar o sucesso das etapas subsequentes (GONZALEZ; WOODS, 2010).

De seguida, faz-se a segmentação, esta que é feita através de processos de limiarização e reconhecimento dos objetos de interesse. Onde, a limiarização consiste na varredura da imagem original por meio de limiares pré-definidos que irão identificar os pixels que pertencem ao objeto de fundo, podendo ser por meio da variação de cor ou da intensidade cinza (GONZALEZ; WOODS, 2010).

A utilização de tecnologias de análise de imagens no ramo da sementes tem evoluindo de forma constante, tendo se constituído uma ferramenta de extrema importância por fornecer respostas rápidas em curtos espaço de tempo, eliminar o erro humano o que garante maior confiabilidade nos resultados e por permitir o arquivamento das imagens para posterior análise (HOFFMASTER et al 2003; GOMES JUNIOR et al., 2009; ALVARENGA et al., 2012).

REFERÊNCIAS

- ABRAPA. Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. **Algodão no Mundo**. Disponível em: <https://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/ranking.aspx>. Acesso em: 10 de Janeiro de 2023.
- ABRASEM - Associação Brasileira de Sementes de Mudanças. **Estatísticas**. Disponível em: <http://www.abrasem.com.br/estatisticas/#>. Acesso em: 30 de Março de 2023.
- ALVARENGA, R. O.; MARCOS-FILHO, J.; GOMES-JUNIOR, F. G. Avaliação do vigor de sementes de milho super doce por meio da análise computadorizada de imagens de plântulas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3, p. 488-494, 2012.
- ALVES, E.; AGUIAR, E.; PEREIRA, C.; MOREIRA, I.; LOPES FILHO, L.C.; SANTINI, J. M. K. Efeito do tratamento químico com inseticida/fungicida e polímero na qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Científica**, v.1, n.5, p.12-18, 2017.
- AVELAR, S. A. G; VILLELA, F. A; BAUDET, L. Aperfeiçoamento do processo de tratamento de sementes. **Revista Seeds News**, v.8, n. 5, p.30, 2009.
- BAUDET, L.M.L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTAL, M.D.; ROTA, G.R. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. UFPel, 2007. p. 370-418.
- BALTIERI, E. M. **Encapsulação de sementes de algodão *Gossypium hirsutum* L. Raça *lalifolium* Hutch.** 1993. p. 124. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, estado de São Paulo.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum Press, p. 556. 1994.
- BORGES, C.T. et al. Efeito do Tiametoxam sobre a qualidade fisiológica de sementes de amendoim. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**.v.10, n.4, p.44-48, 2016.
- BRAGHIN, P.A; ARAUJO, D.V.; BATISTTI, M.; KRAUSE, W.; DIAS, L.D.E.; ROSA, H.H.R.; Eficiência do controle químico em sementes de algodoeiro inoculadas com *Rhizoctonia solani*. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer, v.10, n.18, 2014.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 590, 2012.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, p. 588, 2000.
- CÍCERO, S.M.; VAN DER HEIJDEN, G.W.A.M.; VAN DER BURG, W.J.; BINO, R.J. Evaluation of mechanical damage in seeds of maize (*Zea mays* L.) by X-ray and digital imaging. **Seed Science and Technology**, v. 26, n. 3, p.603-612, 1998.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Safra Brasileira de Grãos. Boletim de Safras 3° Levantamento**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso: 30 de Março de 2023.

EUROSEEDS. **Embracing nature**. 2023. Disponível em: <https://euroseeds.eu/esta-the-european-seed-treatment-assurance-industry-scheme/dust-reference-values-heubach-test-method/>

ENDRES, V. C. Espaçamento, densidade e época de semeadura. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste (Dourados, MS). **Soja: recomendações técnicas para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados, Circular Técnica, p. 82-85, 1996.

FREITAS, R. De. A.; DIAS, D.C.F.S.; CECON, P.R. E REIS, M.S. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de algodão durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 2, p. 94-101, 2000.

FREITAS, R. De. A.; DIAS, D. C.F. Dos. S.; DIAS, L. A. Dos. S.; OLIVEIRA, M. G. De. A Testes Fisiológicos e Bioquímicos na estimativa do potencial de armazenamento de sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n.1, p.84-91, 2004.

FREIRE, E.C. **Algodão no cerrado do Brasil**. 3. ed. Brasília, 956 p. 2015.

GOMES JUNIOR, F. G. MONDO, V. H. V.; CÍCERO, S.M.; McDonald, M. B.; BENNETT, M. A. Evaluation of priming effects on sweet corn seeds by SVIS. **Seed Technology**, Lincoln, v. 31, n. 6, p. 95-100, 2009.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. **Digital image processing**. 3. ed. New Jersey: Prendice Hall, p. 976, 2010.

GRIS, C.F. VON PINHO, E. V. De. R.; ANDRADE, T.; BALDONI, A.; CARVALHO, M. L. De. M. Qualidade fisiológica e teor de lignina no tegumento de sementes de soja convencional e transgênica RR submetidas a diferentes épocas de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 374-381, 2010.

HEIFFIG, L. S.; CAMARA, G. M. S.; MARQUES, L. A.; PEDROSO, D. B.; PIEDADE, S. M. S. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, v.65, n.2, p.285-295, 2006.

HOFFMASTER, A. L.; FUJIMURA, K.; McDONALD, M. B.; BENNETT, M. A. An automated system for vigor testing three-day old soybean seedlings. **Seed Science and Technology**, v. 31, n. 3, p. 701-713, 2003.

ICAC. International Cotton Advisory Committee. **Production**. Disponível em: <https://icac.org/DataPortal/DataPortal?Units=Production&Year=2021/22%20proj>. Acesso em 10 de Janeiro de 2023.

JULIATTI, F. C.; BIANCO JUNIOR, R.; MARTINS, J. A. S. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de algodoeiro produzidas nas regiões do triângulo mineiro e sul de Goiás. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 1, p. 24-31, 2010.

KROHN, N.G.; MALAVASI, M. M. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com fungicidas durante e após o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 2 p. 91- 97, 2004.

LOPES, K. P.; BRUNO, R. De L.A.; Costa, Da. R. F.; BRUNO, G.B.; ROCHA, M. Dos. S. Efeito do beneficiamento na qualidade fisiológica e sanitária de sementes do algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 426-435, 2006.

MAUDE, R. Progressos recentes no tratamento de sementes. **In: Seminário Pan-americano de Semillas**, 15, 1996, p.99-106 Gramado, RS. **Memórias**. Passo Fundo: CESM,

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

MARINCEK, A. **Qualidade de sementes de milho produzidas sob diferentes sistemas de manejo no campo e em pós-colheita**. 2000. 105 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J.F.; OLIVEIRA, F.R.A.; FREIRE, A.G.; SOARES, L.C.S. Produção do algodoeiro em função da salinidade e tratamento de sementes com regulador de crescimento. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.2, p. 279 – 287, 2012.

PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A.; SCHUCH, L.O.B. Produção de sementes. PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3. ed. p.13-100, 2012.

PESKE, S.T.; LUCCA FILHO; O.A.; BARROS, A.C.S.A. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 2. ed. Pelotas: UFPel, 2006. 470.p

POPIGINIS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 p.

QUEIROGA, V. P.; BEZERRA, J. E. S.; CORREIA, L. J. Deslincamento à flama da semente de algodão (*Gossypium hirsutum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 15, n. 1, p. 7-12, 1993.

ROCHA, D.K.; CARVALHO, E.R.; PIRES, R.M.O.; SANTOS, H.O.; PENIDO, A.C.; ANDRADE, D.B. Does the substrate affect the germination of soybean seeds treated with phytosanitary products? **Ciência e Agrotecnologia**, ed. 44:e020119, 2020.

SALLUM, M.S.S.; ALVES, D.S.; AGOSTINI, E.A.T.; MACHADO NETO, N.B. Neutralização da escarificação química sobre a germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. 'Marandu'. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v.5, p.315–321, 2010.

SANTOS, C. M.; SILVA, E. V.; SANTOS, V. L. M.; JULIATTI, F. C. Qualidade de sementes do algodão (*Gossypium hirsutum* L.), em função do tamanho e do local de produção. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n.2, p. 144-151, 2001.

SANTOS, R.G. **Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de *Sebastiania commersoniana* (BAIL.) SMITH & DOWNS**. 2004, p. 95. Tese (Doutorado em Agronomia Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

SANTOS, S.F.; CARVALHO, E.R.; ROCHA, D. K.; NASCIMENTO, R.M. 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. 67-74, 2018.

SOARES, M. M.; CONCIÊNCIA, P.; DIAS, D. C. S. F.; ALVARENGA, E. M. Testes de avaliação do vigor de sementes de sorgo em ênfase a condutividade eléctrica. **Ciência e Agrotecnologia**. v.34, n.2, p.391-397, 2010.

VIEIRA, R. M.; BELTRÃO, N. E. de M. Produção de sementes de algodoeiro. In: Beltrão, N. E. de M. **O agronegócio do algodão no Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA. v.1. p.430-453. 1999.

CAPÍTULO 1

DELINTING AND NEUTRALIZERS RESIDUE EFFECT ON STORED COTTON SEEDS PHYSIOLOGICAL QUALITY DETERMINED BY PHENOTYPING IMAGE ANALYSIS

ABSTRACT

The cottonseed delinting removes lint from the seed coat to improve plantability and maintain the seed's physiological quality, therefore, this work aimed to determine the effect of delinting and neutralizers' residual on the physiological quality of stored cottonseed by using image analysis phenotyping. The experiment was a randomized factorial design of 3 x 4 x 2 and two periods of storage evaluation (0 and 180 days). The cotton seeds were delinted at three different times (2, 4, and 10 minutes), neutralized using four distinct neutralizers (Quicklime, Hydrated lime, Filler lime, and NaOH), and there were seeds with and without neutralizer residue. The evaluations carried out were: Water content, Seed residual lint imaging, Germination, Seedling emergence, and Seedling length imaging. The neutralizers Quicklime, Hydrated lime, and Filler lime do not need removal from the cotton seed coat. In storage, only the neutralizer NaOH has a high latent effect in lowering cottonseed quality, and the other neutralizers have lower physiological quality when the residue is removed. The image analysis phenotyping is efficient in identifying seedlings' vigor.

Keywords: Deterioration. *Gossypium hirsutum* L. Imaging. Lint. Neutralization. Vigor.

RESUMO

O deslintamento das sementes de algodão remove o linter do tegumento para melhorar a plantabilidade e manter a qualidade fisiológica da semente, por isso, este trabalho teve como objetivo determinar o efeito do deslintamento e do resíduo de neutralizantes na qualidade fisiológica de sementes de algodão armazenado por meio de fenotipagem usando análise de imagens. O experimento foi um delineamento casualizado em fatorial 3 x 4 x 2 e dois períodos de avaliação de armazenamento (0 e 180 dias). As sementes de algodão foram deslintadas em três tempos diferentes (2, 4 e 10 minutos), neutralizadas com quatro neutralizantes (Cal virgem, Calcário hidratada, Calcário filler e NaOH), e utilizou-se sementes com e sem resíduo de neutralizante. As avaliações realizadas foram: Teor de água, Imagem de linter residual em sementes, Germinação, Emergência de plântulas e Imagem de comprimento de plântulas. Os neutralizantes Cal virgem, Calcário hidratado e calcário filler não precisam ser removidos do tegumento da semente de algodão. No armazenamento, apenas o neutralizante NaOH apresenta alto efeito latente na redução da qualidade da semente de algodão, e os demais neutralizantes apresentam inferior qualidade fisiológica quando o resíduo é removido. A fenotipagem por análise de imagem é eficiente na identificação do vigor das plântulas.

Palavras-chave: Deterioração, *Gossypium* L. Análise de imagem. Linter. Neutralização. Vigor.

1 INTRODUCTION

Cotton production faces many challenges in field management that increase risk and causes limitation in economic productivity (SNIDER et al., 2016). One of the strategies to overcome some of these challenges is to use high-quality cottonseed that guarantees a uniform stand establishment leading to high yields (AFZAL et al., 2020). Thus, to maintain the cottonseed's high performance after harvest, several processing steps need attention to avoid losses in physiological seed quality.

The first step to obtaining standardized cotton seeds is removing the fiber in a ginning process, although a short length of lint remains on the seed coat. Delinting methods are the next step to remove the remaining lint; and the sulfuric acid followed by neutralization is chosen by most companies and small producers (QUEIROGA and MATA, 2018; DOWD et al., 2019; MAEDA et al., 2021). Many researchers have refined the use of sulfuric acid (FERRAZ et al., 1977; BIRADARPATIL and MACHA, 2009; DOWD et al., 2019); however, the neutralization has not been given proper attention.

The neutralization is applied on cottonseeds to neutralize sulfuric acid residues and avoid problems in seed quality, storage, and the environment. There are different neutralizers, such as sodium, potassium, calcium, and magnesium hydroxides, known as stress stabilizers (SALLUM et al., 2010), and variations of limestone. After neutralization time, the neutralizer residue can be washed with water or not before drying the cotton seeds to their ideal moisture content.

The neutralizer residue on cotton seed coat has been considered a question about its effect on the physiological quality during storage. Most research in the literature focuses on the sulfuric acid outcome on cottonseed quality like in (QUEIROGA and MATA, 2018) and (MAEDA et al., 2021), and what would be best in terms of removing the neutralizer after neutralization or maintaining it is unclear. In addition, knowing which neutralizer could be applicable for these two options is another piece of information to consider, especially under natural storage conditions.

Furthermore, cottonseed passes through a long period of processing until reaches the market; this process must be accurate to maintain all genetic, physical, physiological, and health attributes necessary to guarantee high-quality seeds (SANTOS et al., 2015). Likewise, image analysis could be a helpful tool to verify cottonseed processing success since; it has been

demonstrated to phenotype various morphological characteristics with accuracy in plant tissues, such as leaves (ABOUKARIMA et al., 2017) and seeds and seedlings (LIMA et al., 2018a; LIMA et al., 2018b). The phenotyping imaging analysis could help identify if neutralizer residue affects seedling vigor, particularly when associated with delinting times.

Therefore, investigating how neutralizer residue interacts with stored cottonseed is necessary to improve the delinting chain by helping processing companies and small producers in their decision-making. Here we address the hypothesis that different neutralizers could affect cottonseed physiological quality differently when there is residue or not on the seed coat and seeds are stored at room temperature. This work aimed to determine the effect of delinting and neutralizers' residual on the physiological quality of stored cottonseed by using image analysis phenotyping.

2 MATERIAL AND METHODS

Plant material and experimental design

The experiment was carried out at the Universidade Federal de Lavras from December 2020 to May 2021 using lint cotton seeds cultivar DP1746B2RF, the initial moisture content of the seed lot was 8%. The experiment was carried out in a completely randomized design factorial of 3 x 2 x 4 (delinting time x neutralizer residue x neutralizers) with two storage periods (0 and 180 days) and four replications. The storage environment was at room temperature (± 25 °C).

Delinting, Neutralization and sample standardization

The seed lot was homogenized, divided into three samples, and submitted at different times of delinting (2, 4, and 10 minutes). The delinting process was done manually with sulfuric acid (98%) in a proportion of 1 L per 7 kg of lint seed. After the delinting, the sulfuric acid excess was removed by washing the seeds in a 2 L becker containing water stirred for one minute. The seeds were divided into four subsamples at each time of delinting and placed into four beckers (2 L) containing one type of neutralizer each (Quicklime, Hydrated lime, Filler lime, and Sodium Hydroxide).

The concentration of all neutralizers was 10% (10 g per 100 mL of water) and stirred for one minute (the liquid volume used was enough to cover the seeds). After neutralization, subsamples from each time of delinting and each neutralizer were divided again into two

subsamples, where one subsample was washed in running water to remove all neutralizer residue (two minutes), and the other subsample was drained, keeping the neutralizer residue on the seed coat. The seeds were dried on an air-circulated stove at 30 °C for 24 hours. The neutralizers pH was checked, and all limes presented pH 10.0 and NaOH pH 14.0.

Also, the seeds pH was checked, showing pH 7.0 for all limes and pH 10.0 for NaOH. The seeds pH measurement was made using 50 seeds of each treatment submerged in 75 mL of distilled water for 30 minutes, and pH analyzed with a pH meter equipment. The neutralizers used were industrial products: Quicklime (CaO) - calcination of CaCO₃; Hydrated lime (Ca(OH)₂) - hydration of CaO; Filler lime (Ca(OH)₂) - fine grind PRNT of 134%; and Sodium Hydroxide PA (NaOH) – pure 100%.

After dried, the cotton seeds were classified using oblong sieves (10 x 5 mm) and packed in multiwall paper bags. During packing, all treatments were divided into two paper bags for storage (0 and 180 days).

Evaluated traits

Water content: oven method at 105 °C ± 3 °C for 24 hours, using two replications of 10 g seeds (BRASIL, 2009); results were expressed in percentages.

Seed residual lint imaging: to quantify the amount of lint residue left on the seed coat, image analysis was made using the Groundeye[®] equipment/software from Tbit[®]. One side of 100 seeds per replication was used to take the images, and only cotton seeds without neutralizer residue had image captured for accuracy in the quantification of lint left on the seed coat.

The quantification happened by capturing the seed color, which had a color variation for delinted tegument (Brown color) and remaining lint (Yellow color) around the seed. The average percentages of yellow color from the 100 seeds were quantified, and the results were expressed in percentages of residual lint. Also, to compare seeds with and without neutralizer residue from each time of delinting images were captured.

Germination: 50 seeds per replication were sown on a paper towel moistened with 2.5 times the weight of the paper in water and incubated in a chamber at 25 °C; the results were expressed in the percentage of normal seedlings evaluated 12 days after sowing (BRASIL, 2009).

Seedling emergence: substrate was composed of sand and soil in a 2:1 ratio and placed in plastic containers; after sowing, 50 seeds per replication, the containers were incubated at a

controlled room temperature of 25 °C. The results were expressed as a percentage of emerged seedlings 14 days after sowing.

Seedling length imaging: four replications of 20 seeds were sown on a towel paper, moistened for the germination analysis, and incubated in a chamber at 25 °C for five days. The seeds were laid on the paper mismatched to avoid overlap of the seedlings. The Groundeye® equipment/software was used to capture the seedlings' images and measure the hypocotyl and radicle lengths. The results were expressed in centimeters. Pictures of the seedlings of each treatment were taken to create one image with all treatments combined.

Statistical analysis

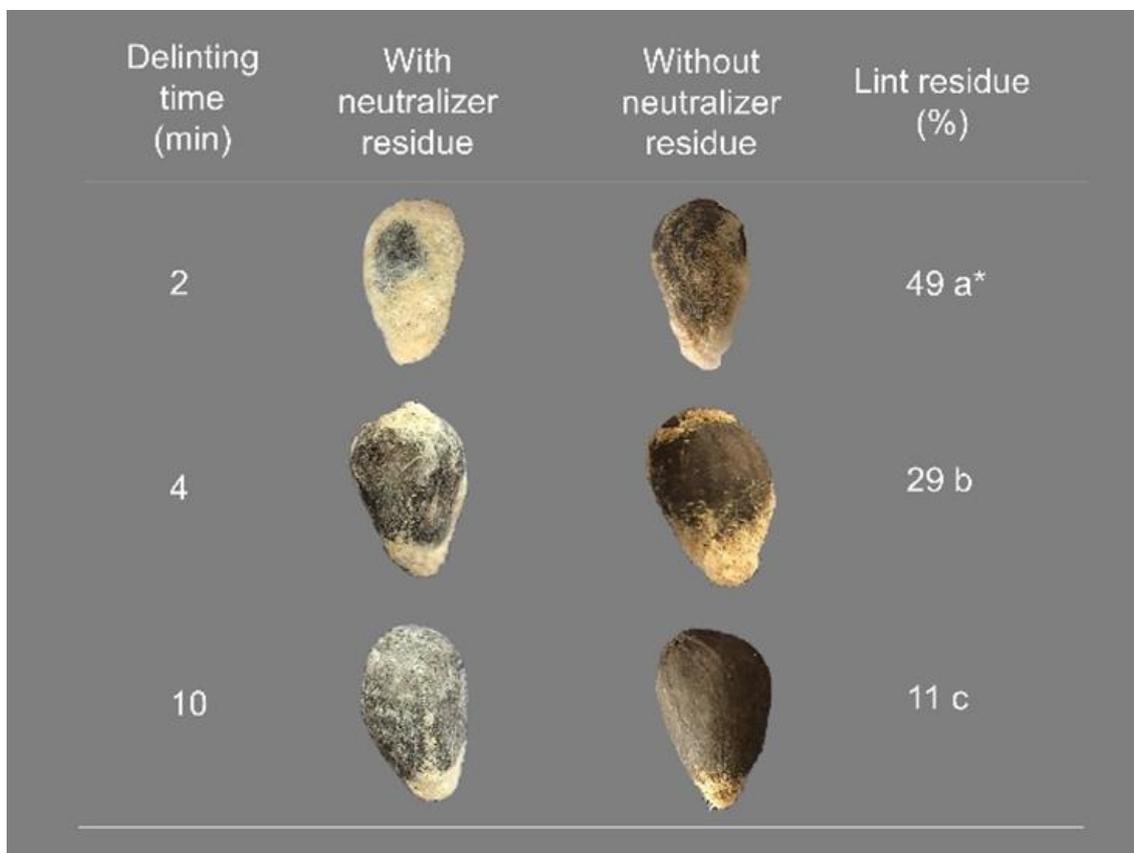
The results of germination, seedling emergence, seed residual lint, and seedling were submitted to statistical analysis of variance using the F test with the comparison of means by the Scott-Knott test ($p < 0.05$). The water content results were expressed in average. The software used for statistical analysis was SISVAR (FERREIRA, 2014), and the graphics were designed on Sigmaplot 10.0 and images on PowerPoint 2016.

3 RESULTS AND DISCUSSION

The results from delinting the seeds at three different times (2, 4, and 10 minutes) followed by neutralization with different neutralizers (Quicklime, Hydrated lime, Filler lime, and NaOH), and the presence or not of the residue from the seed coat showed a significant interaction between the treatments. The water content measured to verify the amount of moisture content cotton seeds absorbed from the initial 8% showed an average between treatments of 12% (0 days) and 8% (180 days), confirming the efficiency of the drying method and storage. In storage conditions, seed quality can deteriorate as temperature and relative humidity varies over time. Maintaining seed moisture content at low levels is determinant to slower the natural aging process (SHABAN, 2013).

The seed residual lint imaging evaluation results showed significant differences between delinting times (Figure 1).

Figure 1 - Cotton seed residual lint imaging (%) after delinting (2, 4, and 10 minutes) and neutralization (with and without neutralizer residue). *Means followed by distinct letters in the column differ by the Scott-Knott test at $p < 0.05$. Coefficient of variation: 14.90%.



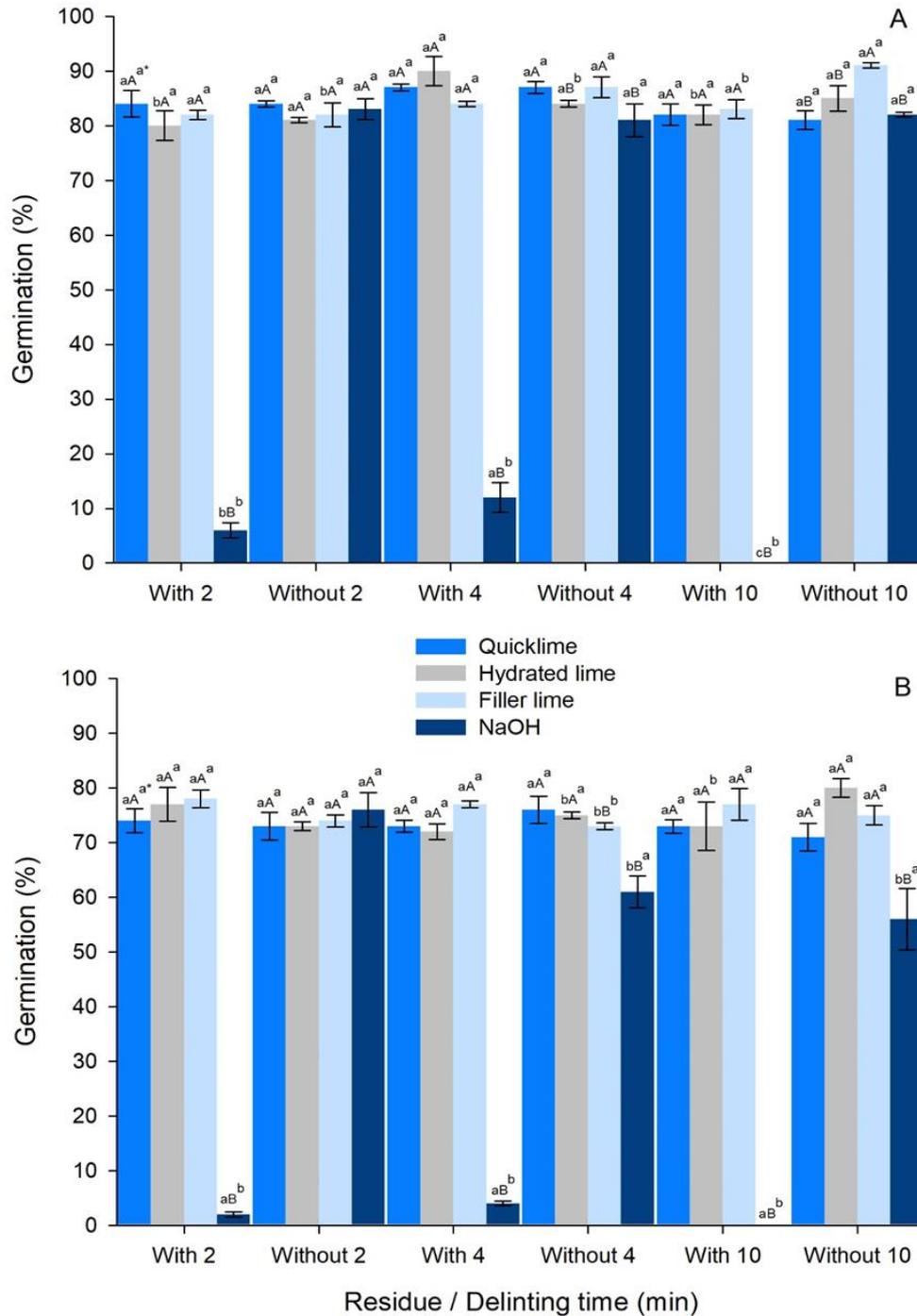
Fonte: Da autora (2023).

The 2 minutes of delinting had an average of 49% of lint around the seed coat, 4 minutes 29%, and 10 minutes 11%. Interestingly, the 2 min delinting removed ~50% of the lint from the seeds, and when the time was doubled, there was a decrease in delinting fastness, where only ~70% of lint was removed at 4 min and ~90% at 10 min. To increase the delinting efficiency, the ratio between sulfuric acid volume and cottonseed should be changed to accelerate the delinting process.

The amount of lint on the seed coat determines the appropriate ratio of sulfuric acid to cottonseed for delinting. Since cotton fibers are high in cellulose content (MORANDIM-GIANNETTI et al., 2012), and sulfuric acid makes dehydration reactions where the water released catalyzes these reactions by hydrolyzing the cellulose chains (TEIXEIRA et al., 2010), the speed of these reactions is influenced by the cellulose content during delinting, which varies among cotton genotypes and delinting methods.

Therefore, there is no universal time and sulfuric acid ratio for cotton delinting, and it is necessary to test the cotton genotype and delinting method to ensure successful lint removal without damaging seed quality. When the physiological quality of the cottonseed was evaluated to verify this relationship between sulfuric acid and neutralization in germination analysis, results showed no differences (0 days) between the treatments with or without neutralizers' residue in most delinting times (Figure 2A).

Figure 2 - Germination (%) of cottonseed submitted to different delinting times (2, 4, and 10 min), neutralizers (Quicklime, Hydrated lime, Filler lime, and NaOH), neutralizer residue (with and without), and the storage period 0 (A) and 180 days (B).



*Means followed by distinct lowercase letters differ in the same neutralizer residue and neutralizer between different delinting times; uppercase letters differ in the same neutralizer residue and delinting time between different neutralizers, and superscript letters differ in the same delinting time and neutralizer between neutralizer residue (Scott-Knott test at $p < 0.05$). Coefficient of variation: 4.55% (A) and 7.13% (B).

Fonte: Da autora (2023).

The only differences found were in the neutralizer Hydrated lime in 4 min, where seeds without the neutralizer residue decreased germination by 9% compared to seeds with residue; Filler lime showed inverse results at 10 min whereas, seeds with residue presented a decrease of 9% in germination compared to seeds without the residue.

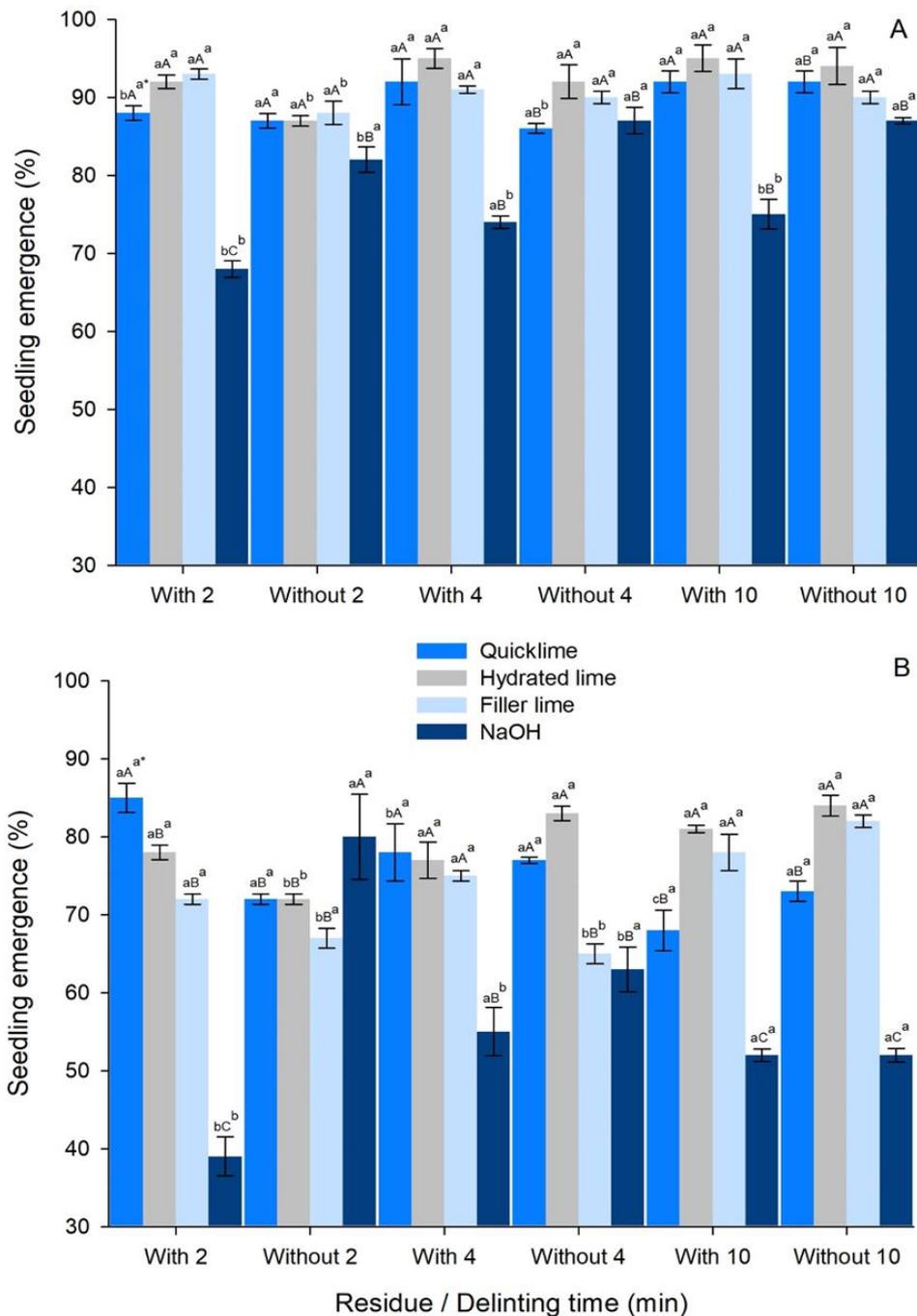
Likewise, the neutralizer NaOH was the only one with germination reduction in all times of delinting, showing a decrease in germination in seeds with the residue. It was verified a reduction of 93% (2 min), 85% (4 min), and 100% (10 min) in germination compared to seeds without residue in this same neutralizer. The toxicity during germination has been reported in soybean seeds due to chemical treatments; the concentration of these products in contact with the seed is 3.500 times more compared to the emergence in soil (TUNES et al., 2020). Although the neutralizer residue significantly affected germination, its removal proved to be beneficial, resulting in germination rates of approximately 80% across all delinting times.

At 180 days of storage, germination decreased as a result of normal aging in all treatments, however the cotton seeds with NaOH residue were highly affected by the residue and germination was below ~5%, showing a high number of abnormal seedlings during the evaluation (Figure 2B). This could be the toxicity effect of the NaOH during storage added to its high residual concentration on the seed during germination.

The seeds without the NaOH residue (180 days) showed that the 2 min treatment-maintained seed germination (76%), similar to the other neutralizers in the same condition. Also, it was observed a higher loss of germination at 4 min (~20%) and 10 min (~30%) compared to other neutralizers at each time of delinting. Furthermore, it was verified that the increasing time of delinting had progressive germination loss. This tendency might be due to the sulfuric acid abrasion, making it easier for neutralizer penetration inside the tegument during neutralization, which could not be removed by the washing process. Soliman and Abbas (2013) have shown the abrasion of sulfuric acid use to overcome physical dormancy in *Cassia fistula* L. seeds, which proves the capacity of this chemical to peel tegument tissue allowing water to come through.

The seedling emergence analysis at 0 days followed the same tendency as the germination with the neutralizers Quicklime, Hydrated lime, and Filler lime, as seeds were better performed after the neutralization (Figure 3A).

Figure 3 - Seedling emergence (%) of cottonseed submitted to different delinting times (2, 4 and 10 min), neutralizers (Quicklime, Hydrated lime, Filler lime and NaOH), neutralizer residue (with and without), and the storage period 0 (A) and 180 days (B).



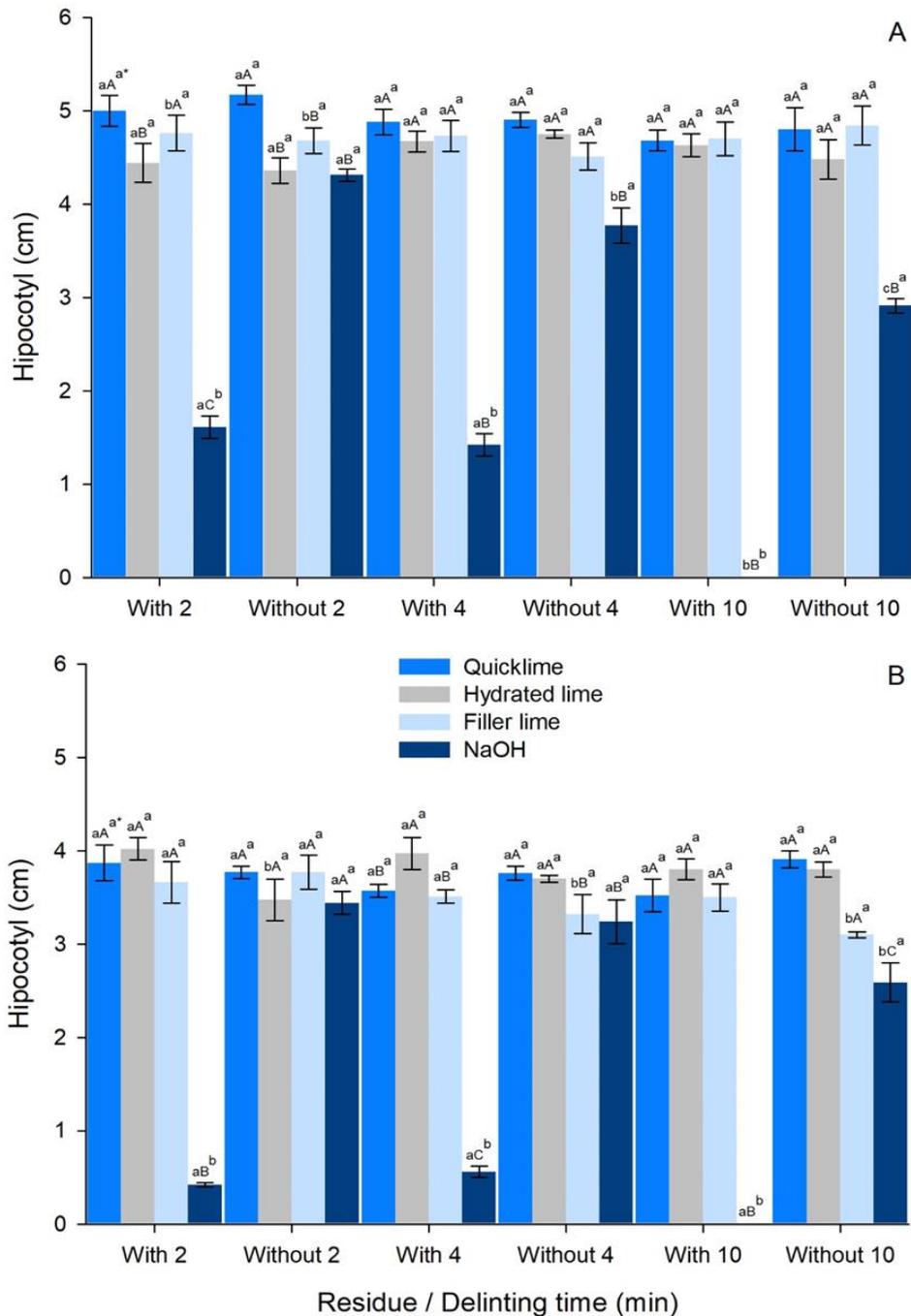
*Means followed by distinct lowercase letters differ in the same neutralizer residue and neutralizer between different delinting times; uppercase letters differ in the same neutralizer residue and delinting time between different neutralizers, and superscript letters differ in the same delinting time and neutralizer between neutralizer residue (Scott-Knott test at $p < 0.05$). Coefficient of variation: 3.19% (A) and 6.19% (B).

Fonte: Da autora (2023).

Between these neutralizers, the treatments that showed a decrease in seedling emergence, were the ones without the residue Hydrated lime (13%), and Filler lime (5%) at 2 min, and Quicklime at 4 (7%), and 10 (5%) min of delinting. The seedling emergence results of seeds with NaOH residue were higher than in the germination analysis, which could be explained by more dispersion of the neutralizer around the seed in the soil; the emergence increased to 68% (2 min), 74% (4 min), and 75% (10 min). These results confirm how toxic NaOH could be to the cottonseed physiological quality since emergence was still below other neutralizers' average in the same delinting time. Luo et al. (2018) have confirmed how valuable simple seed test analyses can be to indicate toxicity in the seed germination process.

At 180 days, the seedling emergence results (Figure 3B) showed a decrease in emergence for seeds without the residue of Quicklime (15%), Hydrated lime (8%) at 2 min, and Filler lime (13%) at 4 min compared to the seeds with their residue. And Hydrated lime and Filler lime performed the best seed emergence in 10 min regardless of residue presence. The cotton seeds with NaOH residue showed a decrease of emergence in 42% (2 min), 25% (4 min), and 30% (10 min) compared to the same treatments in 0 days. These results suggest that the neutralizer residue can have a latent toxicity during seed storage, indicating that it is best to remove the NaOH residue before sowing or to shorten the delinting time to around two minutes to minimize abrasion to the tegument and limit the absorption of NaOH. Although NaOH is commonly used in tissue culture to adjust the pH of artificial media, high concentrations can cause salt stress (Na⁺) in plant tissue (DOUNGOUS et al., 2022), which may explain the poor performance of cotton seeds, especially when there is residue. The hypocotyl measurements in 0 days (Figure 4A) showed no significant differences between seedlings from seeds with or without the residue of Quicklime, Hydrated lime, and Filler lime; the hypocotyl average size was above 4.0 cm. The cottonseed with the NaOH residue presented a significant difference in size; the hypocotyl was below 2 cm at 2 min and 4 min, indicating an abnormality of the seedlings and no germination in 10 min. However, seedlings from seeds without NaOH residue, besides bigger hypocotyl size, showed that when the time of delinting was increased, the hypocotyl was significantly reduced from 4.31 cm (2 min) to 3.77 cm (4 min) and 2.91 cm (10 min). Seeds stored at 180 days (Figure 4B) showed hypocotyl size reduction in all treatments around 1.0 cm, except for NaOH, and there were no differences between seeds with or without residue for these neutralizers (Quicklime, Hydrated lime, and Filler lime).

Figure 4 - Hypocotyl imaging (cm) of cottonseed submitted to different delinting times (2, 4 and 10 min), neutralizers (Quicklime, Hydrated lime, Filler lime and NaOH), neutralizer residue (with and without), and the storage period 0 (A) and 180 days (B).



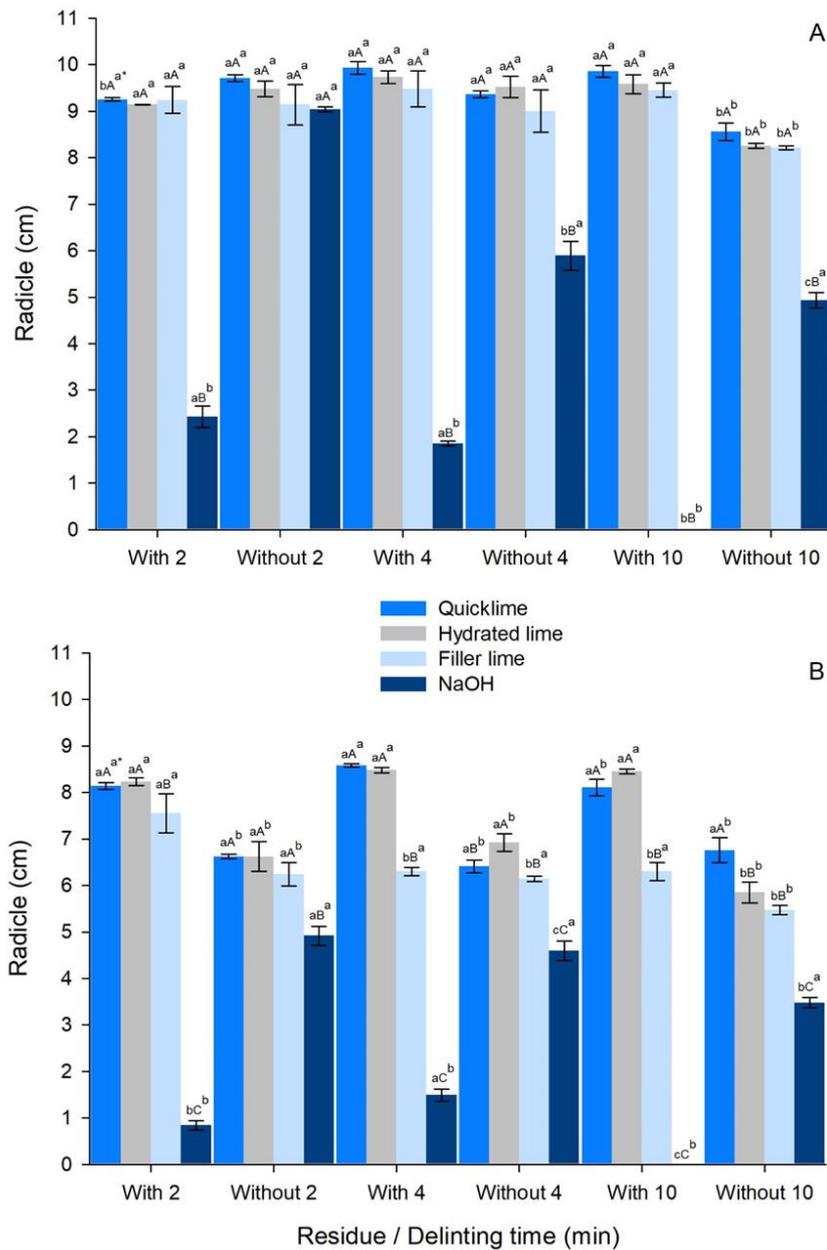
*Means followed by distinct lowercase letters differ in the same neutralizer residue and neutralizer between different delinting times; uppercase letters differ in the same neutralizer residue and delinting time between different neutralizers, and superscript letters differ in the same delinting time and neutralizer between neutralizer residue (Scott-Knott test at $p < 0.05$). Coefficient of variation: 7.15% (A) and 8.89% (B)

Fonte: Da autora (2023).

Seeds from NaOH with residue treatment highly decreased hypocotyl size after storage, where less than 1.0 cm was measured at 2 min and 4 min, and zero cm at 10 min. Seedlings from NaOH without residue treatment presented no difference in size compared to other neutralizers at 2 min (3.44 cm), and at 4 (3.24 cm) and 10 min (2.59 cm), they were inferior, which could be the effect of the sulfuric abrasion and neutralizer referred previously. Measuring isolated parts of the seedlings is a good indicator of how treatments affect tissues reflecting in vigor (LIMA et al., 2018b), a well-developed shoot guarantees the efficiency of photosynthesis, and the use of lime neutralizers did not influence hypocotyl growth.

The radicle results in 0 days (figure 5A), showed no difference in size between the neutralizers Quicklime, Hydrated lime, and Filler lime when residue was present on the seed coat at all delinting times; the seedlings measured around 9.0 cm. However, when residue was removed, there was a significant difference in seeds with 10 min of delinting, the radicle, reflecting 13% of the loss

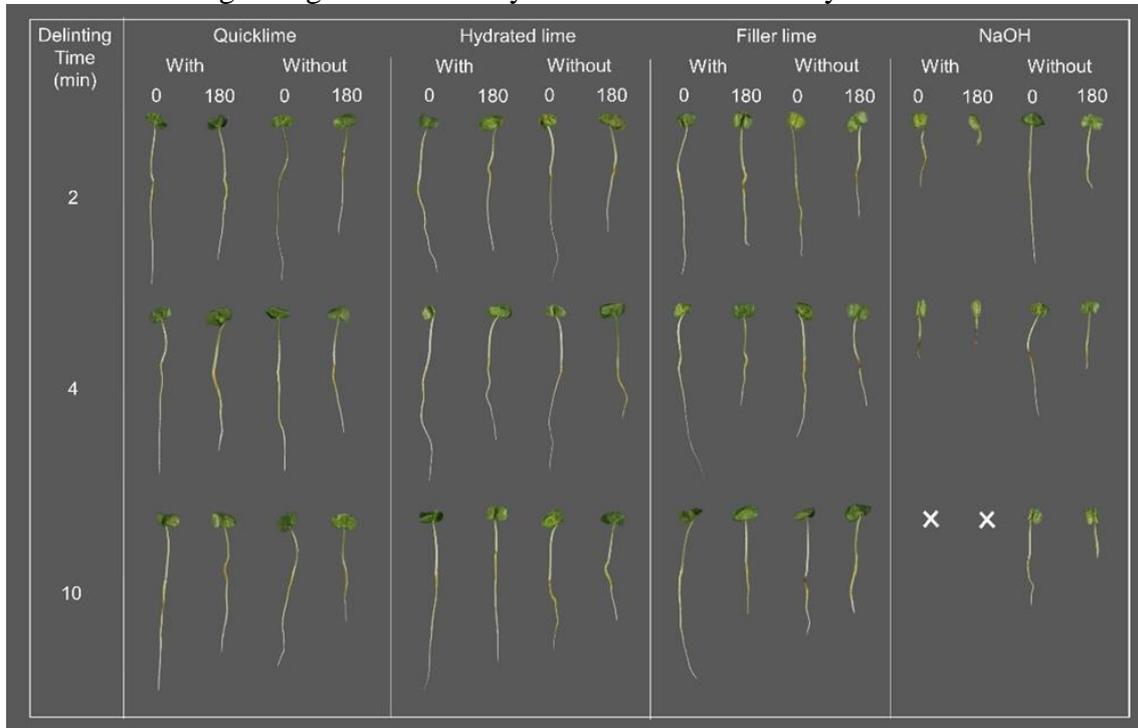
Figure 5 - Radicle imaging (cm) of cottonseed submitted to different delinting times (2, 4 and 10 min), neutralizers (Quicklime, Hydrated lime, Filler lime and NaOH), neutralizer residue (with and without), and the storage period 0 (A) and 180 days (B).



*Means followed by distinct lowercase letters differ in the same neutralizer residue and neutralizer between different delinting times; uppercase letters differ in the same neutralizer residue and delinting time between different neutralizers, and superscript letters differ in the same delinting time and neutralizer between neutralizer residue (Scott-Knott test at $p < 0.05$). Coefficient of variation: 7.59% (A) and 7.56% (B).

Fonte: Da autora (2023).

Figure 6 - Phenotyping analysis of cottonseed seedling five days of germination after delinting (2, 4, and 10 minutes) and neutralization (with and without neutralizer residual) using different neutralizers (Quicklime, Hydrated lime, Filler lime, and NaOH) during storage 0 and 180 days. Source: Elaborated by the authors.



Fonte: Da autora (2023).

While image analysis phenotyping has been applied to many crops, including beans, corn, and wheat, there is a lack of studies on using this method to assess the physiological quality of cottonseeds. However, our study demonstrated the potential of phenotyping as a valuable tool in the cottonseed delinting chain to quantify lint and determine seed quality.

To summarize, this study has demonstrated the precision and accuracy of equipment that uses digital cameras and software to obtain accurate measurements of seedlings, which can identify differences in vigor that are imperceptible to the human eye in traditional vigor tests. The use of digital scanners and cameras in conjunction with image processing software has proven to be a more objective and reliable method for plant analysis than older, more subjective measuring techniques (AHMAD et al., 2015; ABOUKARIMA et al., 2017).

4 CONCLUSIONS

Cottonseed quality is not adversely affected by the residue on the seed coat from neutralizers Quicklime, Hydrated lime, and Filler lime.

NaOH has no detrimental effect on cottonseed quality when the residue is removed, and a delinting time should be approximately 2 minutes at 0 days.

Quicklime and Hydrated lime help maintain cottonseed quality for up to 180 days of storage, whereas the use of NaOH can significantly reduce physiological quality, whether or not residue is present.

Removing neutralizer residue from the cottonseed during the delinting process affects cottonseed vigor at 180 days of storage.

Delinting times alone do not have a significant impact on cottonseed physiological quality, but when used in conjunction with NaOH, the negative effects are more pronounced.

Image analysis is an effective means of measuring the amount of remaining lint on cotton seed coats, and can accurately reveal differences in seedling vigor between treatments that may be overlooked by conventional seed quality analysis.

REFERENCES

ABOUKARIMA, A.; ZAYED, M.; MINYAWI, M.; ELSOURY, H.; TARABYE, H.H. Image analysis-based system for estimating cotton leaf area. **Asian Research Journal of Agriculture**, v.5, p.1-8, 2017.

AFZAL, I.; KAMRAN, M.; AHMED BASRA, S.M.; ULLAH KHAN, S.H.; MAHMOOD, A.; FAROOQ, M.; TAN, D.K.Y. Harvesting and post-harvest management approaches for preserving cottonseed quality. **Industrial Crops and Products**, v.155, p.112842, 2020.

AHMAD, S.; ALI, H.; FATIMA, Z.; ABBAS, G.; IRFAN, M.; ALI, H.; AZAM, M.; HASANUZZAMAN, M. Measuring leaf area of winter cereals by different techniques: A comparison. **Pakistan Journal of Life and Social Sciences**, v.13, p.9, 2015.

BIRADARPATIL, N.K.; MACHA, S. Effect of dosages of sulphuric acid and duration of delinting on seed quality in desi cotton. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v.22, p.896-897, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.
http://https://www.gov.br/agricultura/ptbr/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf

DOUNGOUS, O.; AL-KHAYRI, J.M.; KOUASSI, M.K. Sodium toxicity: Should NaOH be substituted by KOH in plant tissue culture? **Frontiers in Plant Science**, v.13, p.829768, 2022.

DOWD, M.K.; MANANDHAR, R.; DELHOM, C.D. Effect of seed orientation, acid delinting, moisture level, and sample type on cottonseed fracture resistance. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, v.64, p.1045–1053, 2019.

ELMASRY, G.; MANDOUR, N.; AL-REJAIE, S.; BELIN, E.; ROUSSEAU, D. Recent applications of multispectral imaging in seed phenotyping and quality monitoring - an overview. **Sensors**, v.19, p.1090, 2019.

FERRAZ, C.A.M.; RODRIGUES FILHO, F.S.O.; CIA, E.; SABINO, N.P.; VEIGA, A.A.; REIS, A.J.; ORTOLANI, D.B. A comparative study of cotton seed delinting methods. **Bragantia**, v.36, p.11-22, 1977.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, p.109-112, 2014.

LIMA, J.M.E.; OLIVEIRA, J.A.; SMIDERLE, O.J.; LOUSADO, A.V.C.; CARVALHO, M.L.M. DE. Physiological performance of açai seeds (*Euterpe oleracea* Mart.) stored with different moisture contents and treated with fungicide. **Journal of Seed Science**, v.40, p.135-145, 2018a.

- LIMA, J.M.E.; SMIDERLE, O.J.; OLIVEIRA, J.A.; CARVALHO, M.L.M. DE. Técnicas de análise de imagem para caracterização da qualidade de sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth). **Ciência Florestal**, v.28, p.1202-216, 2018b.
- MAEDA, A.B.; WELLS, L.W.; SHEEHAN, M.A.; DEVER, J.K. Stories from the greenhouse -a brief on cotton seed germination. **Plants**, v.10, p.2807, 2021.
- MORANDIM-GIANNETTI, A.A.; AGNELLI, J.A.M.; LANÇAS, B.Z.; MAGNABOSCO, R.; CASARIN, S.A.; BETTINI, S.H.P. Lignin as additive in polypropylene/coir composites: thermal, mechanical and morphological properties. **Carbohydrate Polymers**, v.87, p.2563-2568, 2012.
- QUEIROGA, V. DE P.; MATA, M.E.R.M.C. Appropriate delinting methods for organic and conventional cotton seeds. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.20, p.83-101, 2018.
- SALLUM, M.S.S.; ALVES, D.S.; AGOSTINI, E.A.T.; MACHADO NETO, N.B. Neutralização da escarificação química sobre a germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. 'marandu'. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, p.315-321, 2010.
- SANTOS, M.; VALE, L. S. R.; REGES, N.P.R.; CARVALHO, B.M. Desempenho de sementes de quatro cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na microregião de Ceres - GO. **Global Science and Technology**, v.8, p.41-49, 2015
- SHABAN, M. Study on some aspects of seed viability and vigor. **International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research**, v.1, p.1692-1697, 2013.
- SNIDER, J.L.; COLLINS, G.D.; WHITAKER, J.; CHAPMAN, K.D.; HORN, P. The impact of seed size and chemical composition on seedling vigor, yield, and fiber quality of cotton in five production environments. **Field Crops Research**, v.193, p.186-195, 2016.
- SOLIMAN, A.; ABBAS, M. Effects of sulfuric acid and hot water pre-treatments on seed germination and seedlings growth of *Cassia fistula* L. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences**, v.13, p.7-15, 2013.
- TEIXEIRA, E. DE M.; OLIVEIRA, C.R. DE; MATTOSO, L.H.C.; CORRÊA, A.C.; PALADIN, P.D. Nanofibras de algodão obtidas sob diferentes condições de hidrólise ácida. **Polímeros**, v.20, p.264-268, 2010.
- TUNES, L.V.M. DE; ALMEIDA, A. DA S.; CAMARGO, T.O. DE; SUÑE, A. DOS S.; RODRIGUES, D.B.; MARTINS, A.B.N.; CALAZANS, A.F.S.; SILVA, A.F. DA. Metodologia alternativa para o teste de germinação em sementes de soja tratada. **Brazilian Journal of Development**, v.6, p.41223-41240, 2020.
- ZHANG, H.; JIANG, L.; TANVEER, M.; MA, J.; ZHAO, Z.; WANG, L. Indexes of radicle are sensitive and effective for assessing copper and zinc tolerance in germinating seeds of *Suaeda salsa*. **Agriculture**, v.10, p.445, 2020.

CAPÍTULO 2

NÍVEIS DE DESLINTAMENTO E COMPOSIÇÕES DE TRATAMENTO QUÍMICO E AS INFLUÊNCIAS SOBRE QUALIDADE FISIOLÓGICA E ATRIBUTOS FUNCIONAIS DENTRO DA QUALIDADE FÍSICA DAS SEMENTES DE ALGODÃO ARMAZENADAS

RESUMO

O deslintamento e o tratamento químico são técnicas importantes na produção de sementes de algodão e apresentam interações que podem afetar a eficiência e o resultado alcançado. Assim objetivou-se analisar os efeitos das combinações de níveis de deslintamento e composições dos tratamentos químicos sobre as qualidades fisiológica e física/funcional de sementes de algodão armazenadas. Para isso foi conduzido um experimento em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 6 x 2, sendo 3 níveis de deslintamento (70, 90 e 97%), 6 composições do tratamento químico (Sem tratamento, Tratamento Fitossanitário, Tratamento Fitossanitário + Polímero, Tratamento Fitossanitário + Polímero + Pó Secante, Tratamento Fitossanitário + Polímero + Grafite e Tratamento Fitossanitário + Polímero + Pó Secante + Grafite) e dois períodos de armazenamento (0 e 150 dias). As composições dos tratamentos químicos foram em função da adição de componentes de tratamento industrial de sementes, produtos fitossanitários (fungicida, inseticida e nematicida) e produtos funcionais (polímero, pó secante e grafite). A qualidade fisiológica foi avaliada mediante os testes de germinação em papel e entre vermiculita, envelhecimento acelerado, e emergência de plântulas, e a qualidade funcional por meio dos testes de plantabilidade e desprendimento de poeira. Os resultados obtidos permitem inferir que, sementes deslintadas a 90 e 97% adicionando-se componentes de tratamento de sementes industrial possuem melhor recobrimento, aderência do produto químico e como consequência melhora o desempenho fisiológico, plantabilidade, desprendimento de poeira e preservação da qualidade fisiológica durante o armazenamento. O deslintamento incompleto, com linter remanescente igual ou superior a 30%, é prejudicial a qualidade fisiológica de sementes de algodão, principalmente quando estas são armazenadas sem a proteção do tratamento fitossanitário.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L. Linter. Tratamento de sementes. Qualidade física. Vigor.

ABSTRACT

Delinting and chemical treatment are important techniques in the production of cotton seeds and present interactions that can affect efficiency and the result achieved. Thus, the objective was to analyze the effects of combinations of delinting levels and compositions of chemical treatments on the physiological and physical/functional qualities of stored cotton seeds. For this, an experiment was carried out in a completely randomized design in a 3 x 6 x 2 factorial scheme, with 3 levels of delinting (70, 90 and 97%), 6 chemical treatment compositions (No treatment, Phytosanitary Treatment, Phytosanitary Treatment + Polymer, Phytosanitary

Treatment + Polymer + Drying Powder, Phytosanitary Treatment + Polymer + Graphite and Phytosanitary Treatment + Polymer + Drying Powder + Graphite) and two storage periods (0 and 150 days). The compositions of the chemical treatments were based on the addition of industrial seed treatment components, phytosanitary products (fungicide, insecticide and nematicide) and functional products (polymer, drying powder and graphite). The physiological quality was evaluated through germination tests on paper and between vermiculite, accelerated aging, and seedling emergence, and the functional quality through plantability and dust detachment tests. The results obtained allow us to infer that seeds delinted at 90 and 97% with the addition of industrial seed treatment components have better coating, adherence of the chemical product and, as a consequence, improve the physiological performance, plantability, dust release and preservation of the physiological quality during storage. Incomplete delinting, with remaining linter equal to or greater than 30%, is detrimental to the physiological quality of cotton seeds, especially when they are stored without the protection of phytosanitary treatment.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L. Linter. Seeds treatments. Plantability. Dusty off.

1 INTRODUÇÃO

As sementes de algodão são revestidas por um conjunto de fibras curtas denominadas linter. Esse conjunto de fibras “Línter”, tem trazido vários problemas as lavouras de algodão, pois compromete a qualidade fisiológica e sanitária das sementes, por constituir abrigo de vários agentes fitopatogênicos causadores de doenças (MENTEN et al., 2005; LOPES et al 2006). Para além destes inconvenientes, o linter diminui a capacidade de absorção de água retardando o processo germinativo e dificulta a distribuição uniforme de sementes na semeadura (FREIRE, 2015).

Assim, devido ao sucesso da lavoura de algodão estar diretamente ligada a utilização de sementes de alta qualidade, torna-se necessário e indispensável o deslinteramento de sementes de forma a obter lotes de sementes com alto padrão físico, sanitário e fisiológico. Porém, muitas vezes o deslinteramento total não é alcançado, por falhas técnicas e metodológicas. O deslinteramento pode ser realizado por diferentes métodos: flambagem, mecânico e químico. Sendo o método de deslinteramento químico o mais utilizado, por este ser eficaz e permitir o deslinteramento em grande escala (VIEIRA; BELTRÃO, 1999).

Este método de deslinteramento químico pode ser realizado utilizando-se ácidos fortes, que em contato com a semente degradam o línter aderido no tegumento. Sendo que o processo pode ser feito via seca expondo as sementes ao ácido clorídrico (HCl) ou via úmida expondo as sementes ao ácido sulfúrico (H₂SO₄) e ambos são considerados eficientes, sendo o mais usual na atualidade e processo por via úmida. (FREIRE, 2015). Falhas nesse processo podem influenciar diretamente nos resultados sobre a qualidade fisiológica, bem como no recobrimento por tratamentos químicos.

Desta forma, devido a sensibilidade das sementes de algodão a incidência de fungos, o tratamento químico aliado ao deslinteramento constitui uma ferramenta indispensável pois, visa eliminar patógenos associados as sementes, como também proteger de patógenos do solo em ocasião da semeadura bem como do armazenamento (SOUSA et al, 2015).

Nesse sentido, no contexto atual as sementes de algodão são tratadas com produtos de proteção (fungicidas, inseticidas, nematicidas), e de nutrição (micronutrientes), com intuito de melhorar a qualidade sanitária, fisiológica e incrementar o desempenho das sementes (AVELAR et al., 2011) e de forma a assegurar a qualidade do tratamento químico tem se adicionado substâncias de recobrimento (polímeros, pó secante e grafite) que proporcionam as

sementes com boa aderência, aparência, coloração e melhor fluidez (KUKUR et al., 2007; BAYS et al., 2007), ou seja melhor qualidade funcional das sementes tratadas.

Devido as diversas possibilidades de composições e volumes de calda utilizados nos tratamentos químicos de sementes, que podem afetar diretamente a qualidade das mesmas, se fazem necessários estudos para esclarecer as relações entre os componentes (SANTOS et al., 2018). Porém estudos sobre a interação entre todos esses componentes e os níveis finais de deslincamento de sementes de algodão são escassos.

Diante do exposto objetivou-se analisar os efeitos das combinações de níveis de deslincamento e composições dos tratamentos químicos sobre as qualidades fisiológica e funcional de sementes de algodão armazenadas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório Central de Pesquisa e Análises de Sementes da Escola de Ciências Agrárias de Lavras (ESAL), Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras – Mg, Brasil. Utilizou-se sementes de algodão da cultivar DP1746B2RF, da safra 2021/22, fornecidas pela empresa J&H Sementes. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 6 x 2, com quatro repetições, sendo três níveis de deslincamento (70, 90 e 97%), seis composições de tratamento químico de sementes e dois períodos de armazenamento (0 e 150 dias).

As sementes de algodão foram deslincadas quimicamente pelo método químico via úmida com ácido sulfúrico concentrado (98%), na proporção de um litro de ácido para cada 7 quilogramas de sementes. As sementes foram submetidas a diferentes tempos de exposição ao ácido sulfúrico para obtenção dos valores desejados de deslincamento, por meio de pré-testes, foi estabelecido: dois, quatro e oito minutos, com agitação manual. Seguido de lavagem em água corrente, por um minuto e neutralização com calcário hidratado (Ca(OH)_2) diluído em água na concentração de 10%.

A neutralização foi feita em um Becker contendo dois litros da solução, com auxílio de um bastão, as sementes imersas foram agitadas em movimentos circulares durante um minuto. Após neutralização as sementes foram novamente lavadas em água corrente, durante um minuto. Feita a lavagem as sementes foram submetidas a secagem natural, colocadas sobre bandejas plásticas no laboratório, em temperatura ambiente 25 ± 2 °C por 72 horas.

Após o processo de deslinteramento, os lotes gerados foram submetidas a análise de imagem para quantificação exata do línter residual. Para isso, utilizou-se o equipamento Groundeye[®] da Tbit[®], versão S800, constituído por um módulo de captação composto por uma bandeja de acrílico e uma câmara de alta resolução integrado a um software para avaliação.

As capturas das imagens foram feitas somente em uma face da semente, utilizando-se 50 sementes por bandeja de captação, foram realizadas 4 repetições, compondo um total de 200 sementes por tempo de deslinteramento, a quantificação foi mediante a variação de cores do tegumento deslinterado (cor marrom predominante) e o línter remanescente aderido ao tegumento (amarelo predominante). Foi quantificado os percentuais do tegumento sem línter, com coloração marrom de todas as sementes. Os resultados foram expressos em porcentagens de tegumento sem línter, porcentagem de deslinteramento, conforme consta na Tabela 1.

Tabela 1 - Porcentagem do línter removido (%), deslinteramento das sementes da cultivar DP1746B2RF, em função dos diferentes tempos de exposição das sementes ao ácido sulfúrico concentrado, via úmida.

Tempo de deslinteramento (minutos)	2	4	8
Porcentagem do línter removido (%)	70	90	97

Fonte: Da autora (2023).

O lote de sementes de cada tempo de deslinteramento foi dividido em seis amostras de dois quilogramas, para posterior tratamento químico. Sendo que uma amostra permaneceu sem tratamento e as demais cinco amostras foram tratadas com as composições de calda, envolvendo produtos fitossanitários (fungicida, inseticida e nematicida) e produtos funcionais (polímero, pó secante e grafite), com as doses e produtos descritos na Tabela 2, conforme recomendado pelo fabricante.

Tabela 2 - Produtos comerciais, tipos, ingredientes ativos e doses utilizadas no tratamento de sementes de algodão.

Nome Comercial do produto	Tipo de Produto ¹	Ingrediente ativo (g/L)	Dose do produto comercial por 100 kg de sementes ¹
Avicta 500 FS [®]	N+I	Abamectina 500	300 mL
Cruiser 350 FS [®]	I	Tiamethoxam 350	600 mL
Dynasty [®]	F	Azoxistrobina 75 Metalaxil-M 37,5 Fludioxonil 12,5	300 mL
Fortenza 600 FS [®]	I	Ciantraniliprole 600	300 mL
Biocroma [®]	P		400 mL
Biogloss [®]	PS		600 g
Grafite	G		200 g

¹I = Inseticida, F = Fungicida, G = Grafite, P = Polímero, PS = Pó secante, e N = Nematicida,

Fonte: Da autora (2023).

Para o tratamento de sementes, foi utilizado o equipamento Momesso Arktos Laboratório L5K, que simula o tratamento industrial de sementes em bateladas, com calibração de 15 hertz no inversor do equipamento. As sementes foram tratadas com seis diferentes composições, conforme descritos na Tabela 3.

Tabela 3 - Caracterização das metodologias de tratamento industrial de sementes

Tratamento	Combinação dos produtos
ST	Sem Tratamento
T	Tratamento Fitossanitário (fungicida, inseticidas e nematicida)
TP	Tratamento Fitossanitário + Polímero
TPS	Tratamento Fitossanitário + Polímero + Pó Secante
TPG	Tratamento Fitossanitário + Polímero + Grafite
TPSG	Tratamento Fitossanitário + Polímero + Pó Secante + Grafite

Fonte: Da autora (2023).

Feito o tratamento, as sementes foram divididas em duas subamostras e acondicionadas em sacos de papel multifoliado do tipo kraft, para cada época de avaliação e armazenadas em armazém convencional sem controle de temperatura e umidade relativa do ar, na Unidade de beneficiamento, tratamento e armazenamento de sementes do Setor de sementes, do Departamento de Agricultura, da Escola Superior de Agricultura de Lavras, da Universidade Federal de Lavras/MG-Brasil. Os testes foram conduzidos logo após o tratamento das sementes e 150 dias após o armazenamento. As sementes foram avaliadas em função da qualidade fisiológica, por meio de testes de germinação e vigor, e para atributos funcionais das sementes tratadas com os testes de plantabilidade e desprendimento de poeira, conforme as seguintes metodologias:

Determinação de teor de água (B.U.): realizado pelo método da estufa a $105 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ por 24 horas, onde utilizou-se duas repetições de 4,5 g de sementes (BRASIL, 2009), os resultados foram expressos em porcentagem com base no peso úmido.

Germinação entre papel: foram utilizadas 200 sementes, subdivididas em quatro repetições de 50 sementes, semeadas entre papel germitest, umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, e acondicionadas em germinador a 25°C . A contagem de plântulas normais foi realizada aos 12 dias após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

Germinação entre vermiculita: foi conduzida com os mesmos procedimentos descritos para a germinação entre papel, porém com o uso da vermiculita entre os papéis e as sementes, conforme metodologia modificada de Rocha et al. (2020), com alterações e adequações em

função de novos testes para sementes de algodão. Utilizou-se duas folhas de papel toalha umedecidas, 2,5 vezes o peso do papel seco. Após o umedecimento, procedeu-se a montagem do teste de germinação, onde entre as folhas de papel colocou-se 100 mL de volume da vermiculita umedecida com água destilada na proporção de 3,0 vezes o seu peso. Com auxílio de um Becker de 100 mL e distribuiu-se o volume de 100 mL da vermiculita úmida em camada única na primeira folha de papel germitest, seguida de semeadura com auxílio de placa perfurada e o fechamento com a segunda folha, formando assim o rolo. A germinação foi avaliada aos 12 dias, os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Envelhecimento acelerado: foi conduzido em caixas plásticas do tipo gerbox, onde distribuiu-se as sementes em camada única na tela que se encontrava suspensa na caixa, no fundo foram colocados 40 mL de água destilada. Posteriormente, as caixas plásticas contendo as sementes foram mantidas em incubadoras do tipo B.O.D. a 41°C durante 60 horas, conforme Marcos Filho (2005), decorrido o período de exposição das sementes ao envelhecimento acelerado, as sementes foram semeadas em papel tipo germitest seguindo os critérios do teste de germinação citados anteriormente e a contagem de plântulas normais realizada ao quarto dia após a semeadura.

Emergência de plântulas: as sementes foram semeadas em bandejas contendo substrato de areia + solo na proporção 2:1 irrigado até atingir 70% da capacidade de campo e incubadas em câmaras de crescimento a 25 °C, com fotoperíodo de 12 horas, a contagem de plântulas emergidas foi realizada aos 21 dias após a semeadura com resultados expressos em porcentagem de plântulas normais emergidas.

Plantabilidade: foi realizado no laboratório do *Seed Care Institute* – Syngenta em Holambra – SP. Foi conduzido em uma semeadora de provas a disco provida de um sensor eletrônico designada *CornCounter*[®], desenvolvido pela Syngenta e a Syneltro, utilizado para determinar a porcentagem de distribuição correta das sementes no processo de semeadura em função do espaçamento ideal entre as sementes, simulando a semeadura em campo. Foram utilizadas 1000 sementes de forma contínua e os resultados foram expressos em porcentagem de semeadura correta.

Desprendimento de poeira (*“Dust off”*): anteriormente a realização do teste, as sementes foram acondicionadas por 48 horas em temperatura ambiente a 20 °C e 50% de umidade relativa. Após este período, foi utilizado o medidor de poeira (*Dustmeter*) Heubach D.38679

Langelsheim, seguindo a metodologia da *European Seed Treatment Assurance* – “ESTA”. Foram utilizadas duas repetições de 200 gramas de sementes por tratamento, cada tratamento foi submetido no aparelho durante 300 segundos em um fluxo de ar de 20 litros por minuto.

A quantidade de poeira desprendida foi quantificada por meio de um filtro de microfibras no porta filtro, primeiramente pesou-se o conjunto filtro e porta filtro em uma balança de precisão de cinco dígitos, em seguida procedeu-se a operação de desprendimento de poeira. As sementes acondicionadas no tambor, sendo acionado o equipamento e através da massa de sementes em agitação transferiu-se uma quantidade de ar predeterminada através de um filtro.

Submeteu-se as sementes ao atrito pelos defletores instalados dentro do tambor, provocando o desprendimento de partículas de poeira. Ao final do tempo de movimentação estabelecido, o conjunto filtro e porta filtro foram pesados novamente e por diferença de peso, estimou-se a massa de partículas de poeira desprendida. Os resultados foram apresentados em $g \ 100 \ kg^{-1}$ de sementes, conforme Equação 1 (E1).

Desprendimento de partículas: $(g \ 100 \ kg^{-1}) = ((W1 - W0) \times 100.000) \ Ws^{-1}$

(1) onde:

W1: peso do porta filtro com filtro de fibra de vidro após teste (g);

W0: peso do porta filtro com filtro de fibra de vidro antes do teste (g);

Ws: peso das sementes tratadas (g).

Os resultados do teste de plantabilidade não foram submetidos a análise estatística, foram apresentados descritivamente. Os resultados dos testes fisiológico e do desprendimento de poeira, foram submetidos a análise de variância pelo teste F e quando necessário análise de médias pelo teste de Scott-Knott, ambos testes a 5% de probabilidade, com o auxílio do software Sisvar (FERREIRA, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O grau de umidade médio das sementes logo após o tratamento foi de 11,7% e após o armazenamento de 12%, ambos valores podem ser considerados teores adequados ao armazenamento, não influenciando na qualidade fisiológica. A determinação do teor de umidade da semente é fundamental para os testes oficiais de qualidade de sementes, pela sua influência na qualidade fisiológica onde, sementes com teor de água fora do padrão podem apresentar qualidade inferior (SARMENTO et al., 2015).

Para a variável na germinação entre papel, constatou-se que na primeira época de avaliação (zero dias), que apenas sementes deslintadas nos níveis mais baixos 70 e 90% obtiveram diferenças entre os tratamentos, sendo que sementes sem tratamento fitossanitário ST e somente com produtos fitossanitários - T apresentaram as piores médias em ambos os níveis (TABELA 4). Quando houve diferença entre os níveis de deslntamento, em ST, T e TP, sempre sementes com deslntamento mais completo, 97%, foram as de melhor resultado. Deixando claro a importância do deslntamento completo para a germinação das sementes de algodão.

Após o armazenamento as tendências de resultados foram semelhantes, em que sempre sementes sem tratamento fitossanitário foram as de piores médias, seguido de sementes com T e TP, em todos os níveis de deslntamento. Os melhores resultados foram obtidos em sementes tratadas com TPS e TPG (TABELA 4). Fato que demonstra a importância do correto tratamento fitossanitário principalmente para sementes que serão armazenadas.

No caso das sementes de algodão não foi constatado efeito fitotóxico ou restritor para germinação nos tratamentos com uso dos produtos fitossanitários nas referidas doses, combinados com agentes hidrofílicos (pó secante ou grafite), sendo estes os de melhor resultado, ao contrário de alguns estudos que relatam problemas de fitotoxidez de pó secante em sementes armazenadas, porém para a cultura da soja (ABATI et al., 2018; SANTOS et al., 2023). Fato que pode ter sido tolerado pelas sementes de algodão devida as características do tegumento ser espesso e rígido, porém mais estudos são necessários.

Ademais os produtos utilizados no tratamento industrial de sementes devem possuir baixa toxicidade principalmente quando se pretende armazenar sementes tratadas (ROCHA et al., 2020). No entanto, antes de se submeter as sementes ao tratamento industrial os efeitos dos produtos a ser utilizados, seja de forma isolada ou combinados precisam ser esclarecidos (MARIUCCI et al., 2018).

Os benefícios que ingredientes ativos exercem sobre a qualidade fisiológica de semente já foram relatados em alguns estudos, no qual a sua ação favorece a expressão do vigor e da germinação (DAN et al., 2013; BRAGHIN et al., 2014; BORGES et al., 2016).

Além dos benefícios que os ingredientes ativos exercem sobre a qualidade fisiológica, alguns componentes funcionais como os polímeros podem aumentar a aderência de produtos químicos afetando sua liberação (LUDWIG et al., 2020).

Tabela 4 - Valores médios da germinação entre papel (%) e da germinação entre papel e vermiculita (%), obtidos em sementes de algodão em função dos níveis de deslincamentos e composições dos tratamentos químicos, no início e após 150 dias de armazenamento.

Tratamentos químicos	Períodos de armazenamento (dias)					
	0			150		
	Níveis de deslincamento (%)					
	70	90	97	70	90	97
Germinação entre papel (%)						
ST	89 bB	92 bB	96 aA	60 cC*	83 aB*	77 bD*
T	92 aB	93 aB	96 aA	80 bB*	80 bB*	90 aC*
TP	93 aB	96 aA	98 aA	84 bB*	84 bB*	94 aB*
TPS	96 aA	98 aA	99 aA	89 bA*	97 aA	98 aA
TPG	95 aA	99 aA	99 aA	92 bA	96 aA	98 aA
TPSG	97 aA	99 aA	99 aA	80 bB*	96 aA	97 bA
Germinação entre papel e vermiculita (%)						
ST	93 bB	99 aA	97 aA	77 bC*	87 aA*	76 bC*
T	100 aA	100 aA	99 aA	91 aA*	78 cC*	87 bB*
TP	97 aA	100 aA	100 aA	84 aB*	82 aB*	79 aC*
TPS	100 aA	98 aA	99 aA	78 bC*	83 aB*	77 bC*
TPG	100 aA	100 aA	100 aA	86 aB*	78 bC*	88 aB*
TPSG	100 aA	98 aA	100 aA	79 bC*	77 bC*	94 aA*

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas, maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade, e as médias seguidas de asterisco (*) na linha, entre períodos de armazenamento, diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2023).

A exemplo do constatado para germinação entre papel, a germinação entre papel e vermiculita o menor valor antes do armazenamento foi com a combinação entre baixo deslincamento 70% e sementes sem tratamento fitossanitário – ST (TABELA 4). Todos os demais valores não diferiram entre si, e estiveram todos acima de 97%. Importa referir que a germinação entre vermiculita apresentou as maiores porcentagens chegando a 100%, este alto percentual de germinação, pode estar relacionado ao substrato de vermiculita adicionado no papel germitest sugerindo que, a adição da vermiculita favorece o melhor desempenho das sementes e plântulas devido à granulometria e propriedades desse substrato, que proporciona embebição mais lenta, boa aeração e condições menos favoráveis a proliferação de patógenos durante o teste. Este último um problema recorrente em sementes de algodão.

O uso desse substrato se torna relevante principalmente para sementes tratadas com alguns produtos fitossanitários, pois para algumas espécies, como a soja e no milho, existem relatos de estudos que comprovam fitotoxicidade em ocasião do teste de germinação em papel

devido a maior superfície de contato entre a semente, produtos e papel (BALDINI et al., 2018; PEREIRA et al., 2018; DEL BEM-JUNIOR et al., 2020; ROCHA et al., 2020; TUNES et al., 2020; MORAES et al., 2022).

A adição da vermiculita foi positiva, pois por suas propriedades, tornou a absorção dos ingredientes ativos mais lenta e menor contato direto produto e semente. Ademais, a vermiculita favorece melhor sustentação de sementes e plântulas devida a sua baixa densidade, porosidade, capacidade de retenção de água, composição química e granulometria uniforme (MARTINS et al., 2009).

Deste modo, a vermiculita evitou possíveis efeitos de fitotóxicos. Corroborando com outros estudos que destacam os benefícios da utilização da vermiculita para melhorar o desempenho de sementes tratadas, relatados por Xavier et al. (2021) em sementes de arroz, Rocha et al. (2020) em sementes de soja e Alvarenga et al. (2020) em sementes de milho. Porém para as sementes de algodão são escassas informações sobre a utilização de substratos alternativos para a condução do teste de germinação em sementes tratadas.

Após o armazenamento, para germinação entre papel e vermiculita, além dos menores valores observados nas sementes com a combinação baixo deslincamento e sem tratamento fitossanitário, foi constatada baixa germinação em sementes tratadas com a combinação de todos os produtos, TPSG, indicando que o uso todos esses produtos funcionais, pó secante e grafite combinados, não tem efeito logo após o tratamento mas sim após o armazenamento (Tabela 4). Esse mesmo tratamento, TPSG, também proporcionou menores valores de germinação em papel, após o armazenamento.

A aplicação de dois ou mais produtos na mesma receita pode comprometer a qualidade das sementes tendo seus efeitos acentuados em ocasião do armazenamento conforme observado por Deuner et al. (2014); Killi et al. (2015) e Pés et al. (2020) em sementes de milho e Carvalho et al. (2020) e Rocha et al. (2020) para soja.

Foi possível demonstrar no trabalho que o deslincamento a 70% foi prejudicial a germinação das sementes de algodão, principalmente quando estas são armazenadas sem a proteção do tratamento fitossanitário. Tendo se observado em sementes do ST na primeira época de avaliação (zero dias), na germinação entre papel o valor de 89% e aos 150 dias 60%, com redução de 29 pontos percentuais de germinação. Similarmente a germinação entre papel, observou-se na germinação entre papel e vermiculita a redução após o armazenamento em

sementes do tratamento ST tendo reduzido de 93% para 77% uma redução de 16 pontos percentuais (TABELA 4).

Essas reduções na germinação podem estar relacionadas ao fato das sementes deslintadas a 70% possuírem ainda 30% de línter remanescente, esta condição favorece a ocorrência e proliferação de patógenos, aliado ao fato destas sementes não possuírem tratamento químico fitossanitário para sua proteção, destacando-se desta forma a importância do deslntamento correto igual ou superior a 90% e completo com todos componentes de tratamento industrial de sementes (tratamento fitossanitário, polímero, pó secante ou grafite).

Comparando esta redução de 16 pontos percentuais da germinação entre papel e vermiculita, com os 29 pontos percentuais da redução de germinação em papel. A germinação entre papel ocasionou uma perda acentuada diferindo em 13 pontos percentuais acima em relação à adição da vermiculita. Provavelmente isto ocorreu porque tratando-se de sementes não tratadas quimicamente as condições de umidade do papel germitest favoreceram a ocorrência de fungos durante a condução do teste enquanto que com a adição da vermiculita, devido suas propriedades, desfavoreceu a proliferação de fungos no teste.

Para o vigor mensurado pelo teste de emergência de plântulas (Tabela 5), independentemente do nível de deslntamento tanto em sementes sem tratamento fitossanitário como em sementes tratadas apresentou resultados satisfatórios com médias de plântulas emergidas e normais acima de 80%, isto no início do armazenamento (zero dias). Fato que pode estar relacionado ao tipo de substrato utilizado no teste (areia + solo), que em relação ao papel tende a ser menos propício a ocorrência de patógenos, além de menor tendência de fitotoxidez por produtos fitossanitários.

Tabela 5 - Valores médios do vigor por meio da emergência de plântulas (%) e do envelhecimento acelerado (%), obtidos em sementes de algodão em função dos níveis de deslincamentos e composições dos tratamentos químicos, no início e após 150 dias de armazenamento.

Tratamentos	Períodos de armazenamento (dias)					
	0			150		
	Níveis de deslincamento (%)					
	70	90	97	70	90	97
Emergência de plântulas (%)						
ST	86 aA	88 aA	85 aB	76 bB	85 aA	87 aA
T	87 aA	88 aA	90 aA	88 aA	87 aA	90 aA
TP	83 aA	88 aA	91 aA	80 bB	92 aA	79 bB*
TPS	78 bA	87 aA	93 aA	73 bB	88 aA	79 bB*
TPG	80 bA	89 aA	93 aA	79 aB	87 aA	89 aA
TPSG	93 aA	83 bA	81 bB	74 bB*	90 aA	90 aA*
Envelhecimento acelerado (%)						
ST	76 aB	78 aB	75 aC	35 bC*	38 bC*	51 aC*
T	85 bA	89 bA	92 aA	47 bB*	59 aA*	61 aA*
TP	87 aA	89 aA	78 bC	51 bA*	40 cC*	58 aB*
TPS	86 bA	89 aA	91 aA	44 bB*	51 aB*	43 bD*
TPG	78 bB	89 aA	76 bC	44 bB*	59 aA*	55 aB*
TPSG	77 cB	87 aA	82 bB	47 bB*	56 aA*	57 aB*

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas, maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade, e as médias seguidas de asterisco (*) na linha, diferem entre si, antes a após o armazenamento.

Fonte: Da autora (2023).

Após o armazenamento, as sementes do deslincadas a nível 70% tiveram baixo percentual de plântulas emergidas em relação aos níveis mais elevados de deslincamento (90 e 97%), com exceção das sementes tratadas somente com produtos fitossanitários – T. As sementes com deslincamento mais completo, acima de 90%, mantiveram-se com a emergência de plântulas acima de 85%, apenas os tratamentos TP e TPS do nível de deslincamento a 97% proporcionaram valores abaixo (TABELA 5).

Para o vigor mensurado por meio de envelhecimento acelerado, de maneira geral antes do armazenamento, verificou-se que menores valores foram constatados em sementes com deslincamento incompleto, a 70% (Tabela 5). E entre os tratamentos de sementes, nos níveis 70 e 97% de deslincamento, sementes sem tratamento – ST ou com tratamentos que incluía grafite foram as de menor vigor.

Após o armazenamento, em que todas as médias foram inferiores às observadas no início do armazenamento, sementes com mais línter remanescentes, 30%, sempre apresentaram as

sementes entre as de menor vigor, em todos os tratamentos (Tabela 5). Já entre os tratamentos de sementes, verificou-se em todos níveis de deslincamento estudados 70, 90 e 97%, que as sementes sem tratamento fitossanitário – ST sempre foram as de menor vigor, com valores de 35, 38 e 51%, respectivamente. Reforçando a relevância do tratamento fitossanitário, principalmente quando armazenadas.

O desempenho baixo observado para sementes sem tratamento fitossanitário e sobretudo com deslincamento deficiente a nível 70% pode ser explicado pelo fato das sementes deste nível possuírem 30% de línter remanescente o qual associado com a exposição das sementes a altas temperaturas do envelhecimento acelerado, falta do ingrediente ativo fungicida, condicionou ambiente favorável para proliferação de fungos.

Neste sentido, considerando que as sementes de algodão são susceptíveis a incidência de fungos devido ao línter que reveste o tegumento, o deslincamento incompleto (70%) e ou o deslincamento próximo do completo (90 e 97%) sem tratamento fitossanitário constituem ambiente favorável para ocorrência e multiplicação de fungos principalmente quando as mesmas são submetidas ao armazenamento em condições não controladas de temperatura e umidade relativa do ar.

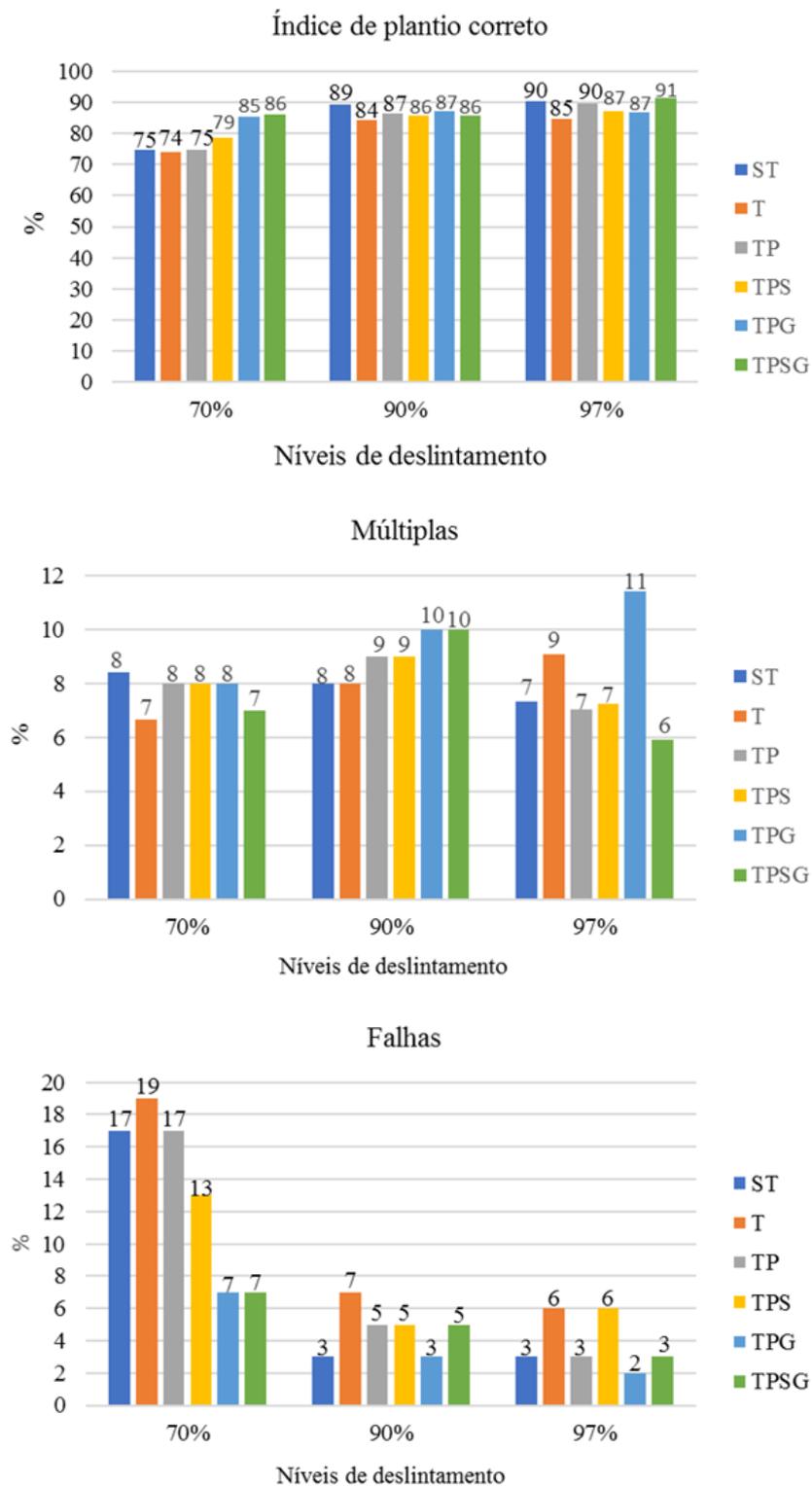
Porém, o armazenamento de sementes de algodão em condições de câmara fria com controle de temperatura e umidade relativa pode reduzir a incidência de fungos (OLIVEIRA et al., 2016).

Em relação aos aspectos funcionais das sementes, a plantabilidade variou em função dos diferentes níveis de deslincamento, sendo que, de forma geral, as sementes deslincadas a 97% apresentaram maior índice de plantio correto, com valores entre 85 e 91% (FIGURA 1). Já para o deslincamento a 90%, o patamar dos valores de plantio correto foi próximo ao observado para 97%, sendo todos os valores entre 84% e 89%. Já para sementes com deslincamento deficiente, 70%, os índices de plantio correto foram mais baixos, principalmente nos tratamentos sem adição de pó secante e/ou grafite, ficando os valores entre 74 e 75% (FIGURA 1).

Para porcentagens de sementes múltiplas os patamares de valores foram mais próximos, as principais diferenças que afetaram o índice de plantio correto foi o número de falhas na sementeira. Sementes com deslincamentos a 90 e 97% apresentaram baixos índices de falhas, porém para 70%, sobretudo para sementes sem o uso do grafite os níveis de falhas foram mais elevados. Indicando que o pó secante, apesar de contribuir para plantabilidade e menor ocorrência de falhas, não substitui o grafite na função de plantabilidade (Figura 1).

Por meio dos resultados pode-se inferir que quanto maior foi a porcentagem de línter removido melhor a qualidade física e funcional da semente, tornando a superfície mais lisa favorecendo a fluidez e plantabilidade, que pode ser potencializada com adição de componentes funcionais, como pó secante e grafite.

Figura 1 - Porcentagem (%) do índice de plantio correto, múltiplas e falhas de sementes de algodão da cultivar DP1746B2RF, obtidos em função dos níveis de deslincamentos e composições dos tratamentos químicos.



Fonte: Da autora (2023).

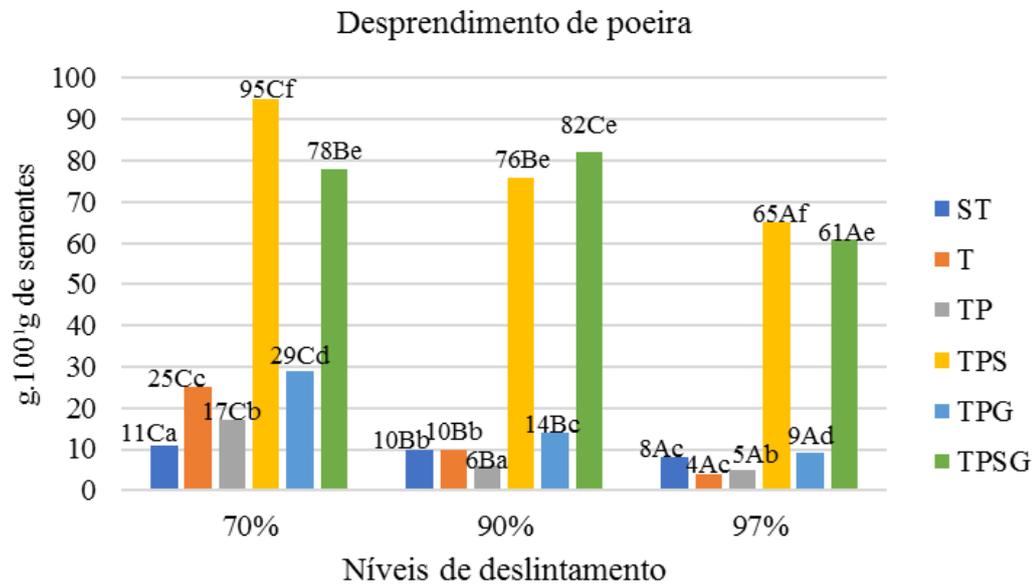
Para o desprendimento de pó/poeira observou-se que para todas as receitas de tratamento de sementes, sementes com deslincamento a 70% desprenderam mais poeira, com exceção do tratamento completo – TPSG, em que o maior desprendimento foi a 90%. Em todos os tratamentos, sementes deslincadas de forma correta e quase completa a 97% foram as de menor desprendimento de poeira. O menor desprendimento de poeira é relevante no tratamento de sementes, pois além de indicar maior fixação do produto junto as sementes, representa segurança aos operadores e ao ambiente.

O correto e completo deslincamento foi importante para melhor aderência dos produtos do tratamento de sementes, a presença do líter que por si só já desprende pó dificulta a fixação dos produtos junto ao tegumento facilitando a perda e desprendimento das partículas de pó e produtos.

A *European Seeds Treatment Assurance Industry Scheme (ESTA)*, preconiza para um tratamento seguro nas indústrias e ao ambiente que as sementes tratadas de algodão apresentem em teste o desprendimento máximo de 6 gramas de pó/poeira para cada 100 quilogramas de sementes, sendo esse considerado o valor de referência para a espécie. Abaixo desse valor somente sementes com deslincamento correto, 97%, e com uso de T e TP (FIGURA 2).

Entre as composições dos tratamentos de sementes, em todos os níveis de deslincamentos, os maiores valores foram para aquelas sementes em que foram utilizados pó secante e/ou grafite, sobretudo com uso de pó secante isolado ou em associação ao grafite (Figura 2). Componentes esses que merecem atenção, pois apesar de melhorarem a plantabilidade podem afetar o desprendimento de pó e em algumas combinações afetar a qualidade fisiológica, principalmente a quando do armazenamento.

Figura 2 - Desprendimento de poeira (g) de sementes de algodão da cultivar DP1746B2RF, obtidos em sementes de algodão em função dos níveis de deslincamentos e composições dos tratamentos químicos, no início e após 150 dias de armazenamento



Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas entre os níveis de deslincamento e minúsculas entre os componentes de tratamentos de sementes, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott ($p > 0,05$).

Fonte: Da autora (2023).

Contudo, vários trabalhos vêm sendo desenvolvidos com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de produtos químicos no tratamento de sementes (CAMILO et al., 2017; PEREIRA et al., 2018; SANTOS et al., 2021). Porém, há escassez de estudos para cultura do algodão com intuito de avaliar os efeitos isolados e a interação entre os diferentes componentes de recobrimento de sementes envolvidos na linha do tratamento industrial de sementes.

4 CONCLUSÕES

O deslincamento incompleto, a 70%, é prejudicial a qualidade fisiológica de sementes de algodão, principalmente quando estas são armazenadas sem a proteção do tratamento fitossanitário;

Sementes com o deslincamento correto próximo de 100%, ou no mínimo de 90%, possuem maiores qualidades fisiológica e física/funcional.

O excesso de línter remanescente, igual ou maior a 30%, proporciona menor qualidade física/funcional com maior número de falhas no processo de semeadura e menor índice de plantio correto das sementes;

Sementes que possuem, além dos produtos fitossanitários, pó secante e grafite combinados na composição da receita de tratamento desprendem mais pó e apresentam problemas na qualidade fisiológica após o armazenamento por 150 dias em condições não controladas.

REFERÊNCIAS

- ABATI, J.; BRZEZINSKI, C.R.; ZUCARELI, C.; Denis Santiago COSTA, D.S.; HENNING, A.A.; HENNING, F.A. Physiological potential of soybean seeds treated in the industry with and without the application of dry poder. **Journal of Seed Science**, v.40, n.2, p.179-184, 2018
- AVELAR, I. S.A.G.; BAUDET, L.; PESKE, S.T.; LUDWIG, M.P.; RIGO, G.A.; CRIZEL, R.L.; OLIVEIRA, De. S. Armazenamento de sementes de soja tratadas com fungicida, inseticida e micronutriente e recobertas com polímeros líquido e em pó. **Ciência Rural**, v.41, n.10, p.1719-1725, 2011.
- ALVARENGA, G.; ROSSETTI, C.; ALMEIDA, A.S.; RODRIGUES, D.B.; MARTINS, A.B.; AGUIAR, R.N.; EVANGELISTA, E.A.; TUNES, L. V. M.; Sementes de milho tratada: substratos e metodologia alternativa para o teste de germinação. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.6, p.41190-41210, 2020.
- BALDINI, M.; FERFUIA, C.; PASQUINI, S. Efeitos de alguns tratamentos químicos na germinação padrão, emergência em campo e vigor em sementes de milho híbrido. **Seed Science and Technology**, v.46, p.41-51, 2018.
- BAYS, R.; BAUDET, L.; HENNING, A.A.; LUCCA FILHO, O. Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e polímero. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.29, n.2, p.60-67, 2007.
- BORGES, C.T.; ALEMEIDA. Da. S.A.; DEUNER, C.; TROYJACK, C.; JUNER, A.; MENEGHELLO, G. E. Efeito do Tiametoxam sobre a qualidade fisiológica de sementes de amendoim. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**.v.10, n.4, p.44-48, 2016.
- BRAGHIN, P.A; ARAUJO, D.V.; BATISTTI, M.; KRAUSE, W.; DIAS, L.D.E.; ROSA, H.H.R.; Eficiência do controle químico em sementes de algodoeiro inoculadas com *Rhizoctonia solani*. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer, v.10, n.18; 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regras para análise de sementes. Brasília, DF, 2009.395p. 2009
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 398 p.
- CAMILO, G. L.; CASTELLANOS, C.I.S.; SUÑE, A. Dos S.; ALMEIDA, A. Dos. S.; SOARES, V.M.; TUNES, L.V.M. Qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento após revestimento com agroquímicos. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 40, n. 2, p. 180-189, 2017.
- CARVALHO, E.R.; ROCHA, D.K.; ANDRADE, D.B. de; PIRES, R.M. de O.; PENIDO, A.C.; REIS, L.V. Phytotoxicity in soybean seeds treated with phytosanitary products at different application times. **Journal of Seed Science**, v.42, e202042036, 2020.
- DAN, L.G.M.; BRACCINI, A.L.; BARROSO, A. L. De. L.; DAN, H. De. A.; PICCININ, G.G.; VORONIAK, J.M. Physiological potential of soybean seeds treated with thiamethoxam and submitted to storage. **Agricultural Sciences**, v.4, n.11, p.19-25, 2013.

DEL BEM-JUNIOR, L.; FERRARI, J.L.; DARIO, G.; RAETANO, C.G.; Impact of storage on the physiological quality of soybean seeds after treatment with fungicides and insecticides. **Journal of Seed Science**, v.42, e 202042037, 2020.

DEUNER, C.; ROSA, K.C.; MENEGHELLO, G.E.; BORGES, C.T.; ALMEIDA, A.S.; BOHN, A. Physiological performance during storage of corn seed treated. **Journal of Seed Science**, v.36, n.2, p.204-212, 2014.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.2, p.109-112, 2014.

FREIRE, E.C. **Algodão no cerrado do Brasil**. 3. ed. Brasília, 956 p. 2015.

KILIC, S.; DURAN, R. E.; COSKUN, Y. Morphological and Physiological Responses. **Polish Journal of Environmental Studies**, v. 24, n. 3, p. 1069-1075, 2015.

KUNKUR, V.; HUNJE, R.; PATIL, N.K.B.; VYAKARNHAL, B.S. Effect of seed coating with polymer, fungicide and insecticide on seed quality in cotton during storage. **Journal of Agricultural Sciences, Karnataka**, v.20, n.1, p.137-139, 2007.

LOPES, K. P.; BRUNO, R. De L.A.; Costa, Da. R.F.; BRUNO, G.B.; ROCHA, M. Dos. S Efeito do beneficiamento na qualidade fisiológica e sanitária de sementes do algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 426-435, 2006.

LUDWIG, Eduardo José et al. Polymer coating in soybean seed treatment and their relation to leaching of chemicals. **Revista Ambiente & Água**, v. 15, 2020.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, v12; 2005. 495.

MARIUCCI, GEG; SUZUKAWA, AK; BRACCINI, AL; SCAPIM, CA; LIMA, LH da S.; ANGELOTTI, P.; PONCE, RM; MARTELI, DCV Potencial fisiológico de sementes de milho submetidas a diferentes tratamentos e períodos de armazenamento. **Journal of Seed Science**, v.40, p.60-66,2018.

MARTINS, M.T.C.S.; BRUNO, R.L.A.; GONÇALVES, E.P.; ALVES, T.I.F.; CASTRO, J.P. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de três cultivares de algodoeiro herbáceo armazenadas. **Revista Caatinga, Mossoró**, v.22, n.3, p.144-149, 2009.

MENTEN, J. O.; RUGAI, A.; ARAUJO, A. E.; LIMA, L. C. S. F.; ZUPPI, M. Utilização de sementes sadias e/ou adequadamente tratadas no manejo de doenças do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Anais**. Bahia: Embrapa Algodão, 2005.

MORAES, L.F.S.; CARVALHO, E.R.; LIMA, J.M.E.; COSSA, N.H.S.; JHONATA, C.M. Physiological quality of corn seeds treated with insecticides and stored at different temperatures. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.57, e02665, 2022,

OLIVEIRA, F.N.; FRANÇA, F.D.; TORRES, S. B.; NOGUEIRA, N.W.; FREITAS, R. M.O. Temperaturas e substratos na germinação de sementes de pereiro-vermelho

(Simiragardneriana M.R. Barbosa & Peixoto). **Revista Ciência Agronômica**, v.47, n.4. p.658-666, 2016.

PEREIRA, L.C.; MATERA, T.C.; BRACCINI, A.L.; PEREIRA, R.C.; MARTILI, D.C.V.; SUZUKAWA, A.K.; PIANA, S.C.; FERRI, G.C.; CORREIA, L.V. 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.

PES MP, Melo AA, STACKE RS, ZANELLA R, PERINI CR, SILVA FMA Translocation of chlorantraniliprole and cyantraniliprole applied to corn as seed treatment and foliar spraying to control *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **PLOS ONE**. v. 15, ed. 0229151. 2020.

SANTOS, R. F. D., PLACIDO, H. F., Lara, L. M., ZENI NETO, H., HENNING, F. A., & BRACCINI, A. L. Physiological potential of soybean seeds treated and stored under uncontrolled conditions. **Journal of Seed Science**, v.45, ed. 202345005, 2023.

SANTOS, R. F. D., PLACIDO, H. F., BOSCHE, L. L., ZENI NETO, H., HENNING, F. A., & BRACCINI, A. L. Accelerated aging methodologies for evaluating physiological potential of treated soybean seeds. **Journal of Seed Science**, v.43, ed. 202143028, 2021.

SANTOS, S. F. dos; CARVALHO, E.R; ROCHA, D.K.; and NASCIMENTO, R. M. Constituições e volumes de calda no tratamento industrial de sementes de soja e a qualidade fisiológica durante o armazenamento. **Journal of Seed Science**. vol.40, n.1, pp.67-74. ISSN 2317-1537, 2018.

SARMENTO, H. G. dos S.; DAVID, A. M. S. De. S.; BARBOSA, M.G.; NOBRE., D.A.C.; AMARO, H.T.R. 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. 249 - 256, 2015.

SOUSA, Marília Caixeta; CASAROLI, Derblai; FAGAN, Evandro Binotto; SILVA, Janaína Oliveira da; FREITAS, Kellem Aparecida de. Tratamento de sementes de algodão: germinação e crescimento inicial. **Revista Cultivando o Saber**, v. 8, n. 3, p. 334-342, 2015.

ROCHA, DK; CARVALHO, ER; PIRES, RM de O.; SANTOS, HO dos; PENIDO, AC; ANDRADE, DB de. O substrato afeta a germinação de sementes de soja tratadas com produtos fitossanitários **Ciência e Agrotecnologia**, v.44, e020119, 2020.

TUNES, L.V.M.; ALMEIDA, A.S.; CAMARGO, T.O.; SUÑE, A.S.; RODRIGUES, D.B.; MARTINS, A.B.N.; CALAZANS, A.F.S.; SILVA, A.F. Metodologia alternativa para o teste de germinação em sementes de soja tratada. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.6, p. 41223-41240, 2020.

VIEIRA, R. M.; BELTRÃO, N. E. de M. **Produção de sementes de algodoeiro**. In: Beltrão, N. E. de M. O agronegócio do algodão no Brasil. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA. v.1. 1999. p.430-453.

XAVIER, F.M.; MENEGUZZO, M. R. R.; TUNES, C.C.; TEIXEIRA, S. B.; MARTINS, A.B.N.; HARTWING, I.; NEUMANN, A.M.; MENEGHELLO, G.E. Adequação do teste de germinação para sementes de arroz tratadas com diferentes fungicidas e inseticidas. **Brazilian Journal on Development**, v.7, n.2, p.19193 – 19212. 2021.

CAPÍTULO 3

NÍVEIS DE DESLINTAMENTO E OS EFEITOS NA QUALIDADE SANITÁRIA DE SEMENTES DE ALGODÃO TRATADAS E ARMAZENADAS

RESUMO

O deslintamento e o tratamento químico de sementes do algodoeiro são ferramentas indispensáveis, pois podem potencializar a qualidade sanitária e fisiológica. Neste sentido, objetivou-se avaliar a influência dos níveis de deslintamento sobre a qualidade sanitária de sementes de algodão tratadas e armazenadas. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 6 x 2 (três níveis de deslintamento x seis composições do tratamento químico x dois períodos de armazenamento). A qualidade fisiológica foi determinada pelo teste frio e a qualidade sanitária por meio do método *Blotter test*. O maior nível de deslintamento melhora o desempenho das sementes e favorece a qualidade sanitária e fisiológica das sementes armazenadas, principalmente quando tratadas. Foram detectados quatro gêneros de fungos: *Aspergillus sp.*, *Colletotrichum gossypii*, *Fusarium sp.* e *Penicillium sp.*, estes deterioraram a qualidade das sementes armazenadas. A mistura de calda com a combinação do fungicida Dynasty[®], os inseticidas Cruiser[®] 350 FS, Fortenza[®] 600 FS[®] e o nematicida Avicta[®] 500 FS, foi eficiente no controle dos fungos *Aspergillus sp.* e *Fusarium* e erradicaram a ocorrência dos fungos *Colletotrichum gossypii* e *Penicillium sp.* o que consequentemente contribuiu para manutenção da qualidade fisiológica no armazenamento.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum L.* Fitossanidade. Vigor. Deterioração. Sanidade.

ABSTRACT

The delinting and chemical treatment of cotton seeds are indispensable tools, as they can, if car, enhance the sanitary and physiological quality. In this sense, the objective was to evaluate the influence of delinting levels on the sanitary quality of treated and stored cotton seeds. A completely randomized design was used in a 3 x 6 x 2 factorial scheme (three levels of delinting x six chemical treatment compositions x two storage periods). The physiological quality was determined by first count of germination and could test seeds. The sanitary quality through the Blotter test method. The highest level of delinting improves seed performance and favors the sanitary and physiological quality of stored seeds, especially when treated. Four genera of fungi were detected: *Aspergillus sp.*, *Colletotrichum gossypii*, *Fusarium sp.* and *Penicillium sp.*, these deteriorated the quality of stored seeds. The spray mixture with the combination of Dynasty[®] fungicide, Cruiser[®] 350 FS, Fortenza[®] 600 FS[®] and Avicta[®] 500 FS nematicide was effective in controlling *Aspergillus sp.* and *Fusarium* and eradicated the occurrence of the fungi *Colletotrichum gossypii* and *Penicillium sp.*, which consequently contributed to the maintenance of the physiological quality in storage.

Key-words: *Gossypium hirsutum L.* Plant health. Vigor. Deterioration. Sanity

1 INTRODUÇÃO

Um dos obstáculos no cultivo do algodoeiro é o línter que reveste suas sementes, pois, constitui abrigo de agentes fitopatogênicos que tornam a semente um veículo de transporte e transmissão de patógenos e doenças (MENTEN et al., 2005; LOPES et al., 2006).

A cultura do algodão é susceptível ao ataque de vários gêneros de fungos transmitidos por sementes, dentre espécies patogênicas da fase de campo e do armazenamento, sendo os mais comuns: *Alternaria*, *Aspergillus sp.*, *Brotrydiploidia*, *Colletotrichum sp.*, *Curvalaria sp.*, *Cladosporium sp.*, *Fusarium sp.*, *Penicillium sp.*, *Phomopsis sp.*, *Rhizoctonia solani* e *Rhizopus*, que são responsáveis pela transmissão de várias doenças de importância econômica, causando grandes prejuízos a cultura do algodão (FREITAS et al. 2000; SANTOS et al., 2001). Assim o manejo integrado desses patógenos é relevante, envolvendo deslintamento correto e tratamento das sementes.

O deslintamento químico é uma prática realizada visando a retirada parcial e ou completa do línter que reveste as sementes, de forma a obter lotes de alto padrão sanitário e fisiológico (QUEIROGA; MATA 2016). No Brasil, a Instrução Normativa nº45 de 16 de Dezembro de 2005, estabelece novos padrões de campo de sementes de algodão, na qual preconiza que apenas é permitida somente a comercialização de sementes deslintadas. (BRASIL, 2013).

No entanto, no processo do deslintamento, pode-se provocar fissuras na estrutura protetora da semente constituindo via de acesso aos microrganismos (MACHADO, 2000). Atualmente, tem sido relatado lotes com falhas no processo de deslintamento, com elevado resíduo de línter em algumas metodologias e processos. O que pode comprometer o armazenamento como também o processo de tratamento.

Neste sentido, para evitar possíveis perdas decorrentes das ações destes microrganismos, têm-se aliado o tratamento químico envolvendo produtos de proteção (fungicidas inseticidas e nematicidas) ao deslintamento, como um preventivo visando a erradicação de patógenos associados às sementes e ou proteção contra insetos e nematoides no solo por ocasião da semeadura (SANTOS; WERLANG, 2005; MARTINS et al., 2009).

Porém, tem se verificado uma resistência dos fungos a determinadas moléculas de fungicidas principalmente quando estes são aplicados de forma isolada tornando-se necessário a utilização combinada de diferentes moléculas de fungicidas visando amplo espectro de ação,

bem como evitar o surgimento de populações resistentes. Assim se fazem necessários estudos para relacionar deslincamento, tratamento químico e qualidades sanitária e fisiológica das sementes.

Diante do exposto, desenvolveu-se esta pesquisa com o objetivo de avaliar a influência de níveis de deslincamento sobre a qualidade sanitária de sementes de algodão tratadas e armazenadas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Patologia de Sementes e no Laboratório Central de Pesquisa de Sementes, da Escola de Ciências Agrárias de Lavras (ESAL), na Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, Brasil. Utilizou-se sementes de algodão da cultivar DP1746B2RF, fornecidas pela empresa J&H Sementes[®].

Estabeleceu-se o experimento em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial triplo 3 x 6 x 2, envolvendo três níveis de deslincamento (Tabela 1), seis constituições de tratamento químico (Tabela 3) de sementes e dois períodos de armazenamento (0 e 150 dias).

Para o processo de deslincamento dividiu-se o lote de sementes, devidamente homogeneizado, em três amostras que foram submetidas a diferentes tempos de exposição ao ácido sulfúrico para obtenção dos valores desejados de deslincamento, por meio de pré-testes, foi estabelecido: dois, quatro e oito minutos. O deslincamento foi feito manualmente pelo método químico via úmida com ácido sulfúrico (H₂SO₄) puro concentrado a 98%, na proporção de um litro de ácido para sete quilogramas de sementes com línter (caroço), com agitação por 2, 4 e 8 minutos.

Após o deslincamento procedeu-se a lavagem das sementes em água corrente durante um minuto, para a remoção do excesso do ácido, em seguida submeteu-se as sementes a neutralização do ácido em uma solução de cal hidratada, na concentração de 10% (10 gramas por 100 mililitros de água). A neutralização foi feita em um Becker contendo dois litros da solução com auxílio de um bastão agitando as sementes imersas em movimentos circulares durante um minuto. Após a neutralização as sementes foram novamente lavadas em água corrente durante um minuto, para remoção do resíduo do neutralizante. Feita a lavagem as sementes foram submetidas a secagem natural, colocadas sobre bandejas plásticas no laboratório, em temperatura ambiente 25 ± 2 °C por 72 horas.

Após a secagem, as sementes foram selecionadas manualmente retirando-se sementes atacadas por insetos pragas, sementes malformadas e material inerte. Feita a seleção das sementes de cada amostra dos três tempos de deslincamento, essas foram submetidas a análise de imagem para quantificação exata do línter residual. Para isso, utilizou-se o equipamento Groundeye[®] da Tbit[®], versão S120, constituído por um módulo de captação composto por uma bandeja de acrílico e uma câmara de alta resolução integrado a um software para avaliação.

As capturas das imagens foram feitas somente em uma face da semente, utilizando-se 50 sementes por bandeja de captação, foram realizadas 4 repetições, compondo um total de 200 sementes por tempo de deslincamento, a quantificação foi mediante a variação de cores do tegumento deslincado (cor marrom predominante) e o línter remanescente aderido ao tegumento (amarelo predominante). Foi quantificado os percentuais do tegumento sem línter, com coloração marrom de todas as sementes. Os resultados foram expressos em porcentagens de tegumento sem línter, porcentagem de deslincamento, conforme consta na Tabela 1.

Tabela 1 - Porcentagem do línter removido (%), deslincamento das sementes da cultivar DP1746B2RF, em função dos diferentes tempos de exposição das sementes ao ácido sulfúrico concentrado, via úmida.

Tempo de deslincamento (minutos)	2	4	8
Porcentagem do línter removido (%)	70	90	97

Fonte: Da autora (2023).

A posterior dividiu - se as sementes de cada tempo de deslincamento em seis amostras de 2 kg para o tratamento químico, sendo que uma amostra de cada tempo de deslincamento, permaneceu sem tratamento e as demais cinco amostras foram tratadas com diferentes combinações de calda da mistura de produtos químicos descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Produtos comerciais, tipos, ingredientes ativos e doses utilizadas no tratamento de sementes de algodão.

Nome Comercial do produto	Tipo de Produto ¹	Ingrediente ativo (g/L)	Dose do produto comercial por 100 kg de sementes ¹
Avicta 500 FS [®]	N+I	Abamectina 500	300 ml
Cruiser 350 FS [®]	I	Tiamethoxam 350	600 ml
Dynasty [®]	F	Azoxistrobina 75 Metalaxil-M 37,5 Fludioxonil 12,5	300 ml
Fortenza 600 FS [®]	I	Ciantraniliprole 600	300 ml
Biocroma [®]	P		400 ml
Biogloss [®]	PS		600 g
Grafite	G		200 g

¹I = Inseticida, F = Fungicida, G = Grafite, P = Polímero, PS = Pó secante, e N = Nematicida,

Fonte: Da autora (2023).

Para o tratamento de sementes, foi utilizado o equipamento Momesso Arktos Laboratório L5K, que simula o tratamento industrial de sementes em bateladas, com calibração de 15 hertz no inversor do equipamento. As sementes foram tratadas com seis diferentes composições, conforme descritos na Tabela 3.

Tabela 3 - Caracterização das metodologias de tratamento industrial de sementes

Tratamento	Combinação dos produtos
ST	Sem Tratamento
T	Tratamento Fitossanitário (fungicida, inseticidas e nematicida)
TP	Tratamento Fitossanitário + Polímero
TPS	Tratamento Fitossanitário + Polímero + Pó Secante
TPG	Tratamento Fitossanitário + Polímero + Grafite
TPSG	Tratamento Fitossanitário + Polímero + Pó Secante + Grafite

Fonte: Da autora (2023).

Feito o tratamento, as sementes foram divididas em duas subamostras e acondicionadas em sacos de papel multifoliado do tipo kraft, para cada época de avaliação e armazenadas em armazém convencional sem controle de temperatura e umidade relativa do ar, na Unidade de beneficiamento, tratamento e armazenamento de sementes do setor de sementes do DAG, ESAL, UFLA, Lavras, MG, Brasil. Os testes foram conduzidos logo após o tratamento das sementes e 150 dias após o armazenamento.

Os seguintes testes foram realizados

Teste frio com solo: procedeu-se a semeadura em caixas plásticas com substrato contendo areia + solo na proporção 2:1, irrigado até atingir 70% da sua capacidade de retenção e mantidas em câmara fria e seca com à temperatura de 10 °C e umidade relativa de 50%, durante três dias. Decorrido período de 72 horas, as caixas foram transferidas para câmara de crescimento com temperatura de 25°C por sete dias. A avaliação foi realizada em uma única contagem de plântulas normais emergidas no sétimo dia após transferência para temperatura 25°C na câmara de crescimento (Barros et al. 1999).

Teste de Sanidade: as sementes foram dispostas em placas de petri esterilizadas, contendo camada dupla de papel filtro previamente umedecido, com meio de cultura constituído por uma solução aquosa de 2,4-D e Agar. As placas permaneceram em incubação durante 10 dias, em câmara de crescimento com temperatura de 20 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 horas. A identificação dos fungos associados às sementes foi realizada com auxílio de microscópio óptico e estereoscópio avaliando individualmente cada semente e os resultados foram expressos em porcentagem de sementes infectadas por espécie de fungo (BRASIL, 2009).

Os resultados do teste frio e da sanidade foram submetidos a análise de variância pelo teste F e quando necessário a comparação de médias foi pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, com o auxílio do software Sisvar (FERREIRA, 2014). Para os resultados do teste de sanidade foi necessário a transformação de dados em $(x + 1)^{1/2}$, porém nas tabelas foram apresentados os valores originais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira época de avaliação observou-se entre os níveis de deslincamento, que o nível de deslincamentos de 70 obteve os melhores resultados de vigor, sendo os tratamentos T, TPS, TPG e TPSG com as melhores medias 91, 94, 93 e 91% respectivamente, e para o nível de 90% apenas o tratamento TPG obteve melhor média entre os tratamentos com 93% e o nível 97% os tratamentos TP e TPSG obtiveram as melhores médias de vigor com 89 e 91% respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores médios referentes ao teste de frio (%) obtidos em sementes de algodão em função dos níveis de deslincamentos e composições dos tratamentos químicos, no início e após 150 dias de armazenamento

Tratamento químico	Períodos de armazenamento (dias)					
	0			150		
	Níveis de deslincamento (%)					
	70	90	97	70	90	97
	Teste de frio (%)					
ST	89 Ab	89 aB	88 aA	68 bC*	61 cE*	76 aC*
T	91 Ab	87 bC	87 bA	66 cC*	85 aA	78 bC*
TP	83 bC	85 bC	89 aA	86 aA	76 bC*	64 cD*
TPS	94 Aa	89 bB	87 bA	64 cC*	87 aA	80 bB*
TPG	93 Aa	93 aA	89 bA	72 bB*	82 aB*	81 aB*
TPSG	91 aB	84 bC	91 aA	70 bB*	71 bD*	87 aA*

CV = 1,51

Médias seguidas de letras diferentes minúscula na linha entre níveis de deslincamento, maiúscula na coluna entre tratamentos e maiúsculas sobrescrita na linha entre as épocas de armazenamento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott ($p > 0,05$).

¹ ST: Sem Tratamento; T: Tratamento Fitossanitário (fungicida, inseticidas e nematicida); TP: Tratamento Fitossanitário + Polímero; TPS: Tratamento Fitossanitário + Polímero + Pó Secante; TPG: Tratamento Fitossanitário + Polímero + Grafite; TPSG: Tratamento Fitossanitário + Polímero + Pó Secante + Grafite.

Fonte: Da autora (2023).

Com o armazenamento após 150 dias, verificou-se que as sementes dos nível de 97% registraram melhores médias de vigor nos tratamentos ST, TPG e TPSG com 76, 81 e 87%

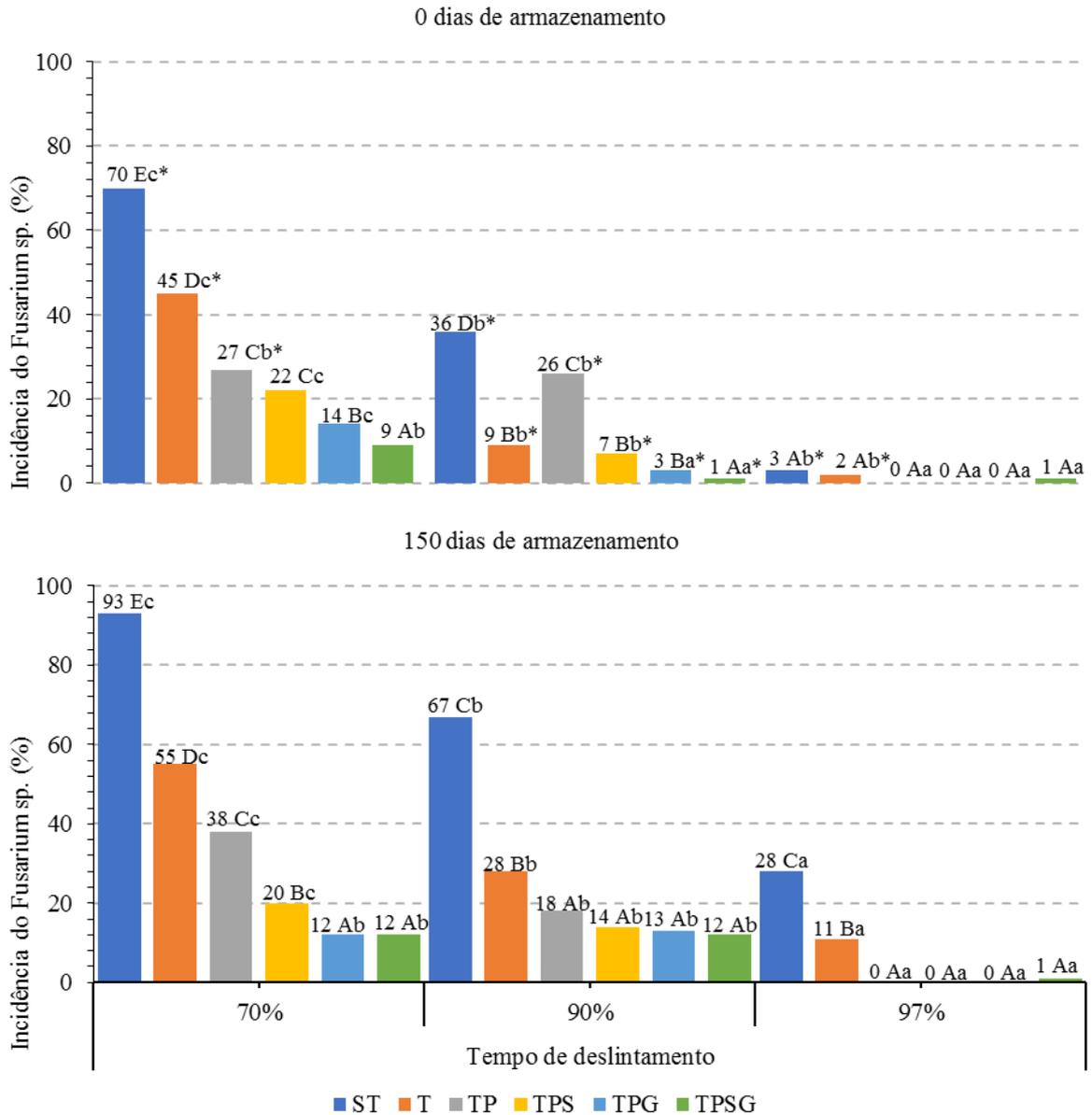
respetivamente, seguidos nível de 90% nos tratamentos TPS com 87% e TPG com 82% e no nível de 70% apenas o tratamento TP com 86% teve a melhor média de vigor (Tabela 4).

Pelos resultados observados, pode-se inferir que sementes com deslincamento incompleto (70%), combinados com a ausência do tratamento fitossanitário são favorecidas a deterioração durante o armazenamento. Esta deterioração também pode ter sido acelerada pela ocorrência de patógenos os quais foram identificados no teste de sanidades tendo sido predominantemente encontrados os gêneros: *Fusarium sp.* (Figura 1), *Colletotrichum gossypii* (Figura 2), *Aspergillus sp.* (Figura 3) e *Penicillium sp.* (Figura 4). A deterioração associada a incidência de fungos no armazenamento também foi relatada em outros trabalhos como (MARTINS et al., 2009; SANTOS et al., 2011).

Para o fungo *Fusarium sp.* (Figura 4) no início do armazenamento, para sementes deslincadas a 70 e 90%, as maiores ocorrências foram sempre com sementes sem tratamento ST com 70 e 36%, respectivamente, e os menores com TPSG com 9 e 1%, respectivamente. Com o maior nível de deslincamento não houve diferença entre os tratamentos, todos com abaixo de 3%, nas sementes tratadas com TP, TPS e TPG não foi encontrado esse patógeno.

Figura 1 - Valores médios da incidência do fungo *Fusarium sp.* em sementes de algodão em função de níveis de deslinteramento, composições de tratamento químico e armazenamento por 150 dias.

T (°C)



Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas entre os tratamentos, minúsculas entre os tempos de deslinteramento, e (*) nos gráficos entre as épocas de armazenamento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott ($p > 0,05$).

Fonte: Da autora (2023).

Após 150 dias de armazenamento as tendências de ocorrências foram semelhantes, porém em níveis mais elevados, a exemplo, houve aumento de 23 pontos percentuais no tratamento ST, em sementes com mais línter remanescente, passando para 93% de incidência, sendo o pior

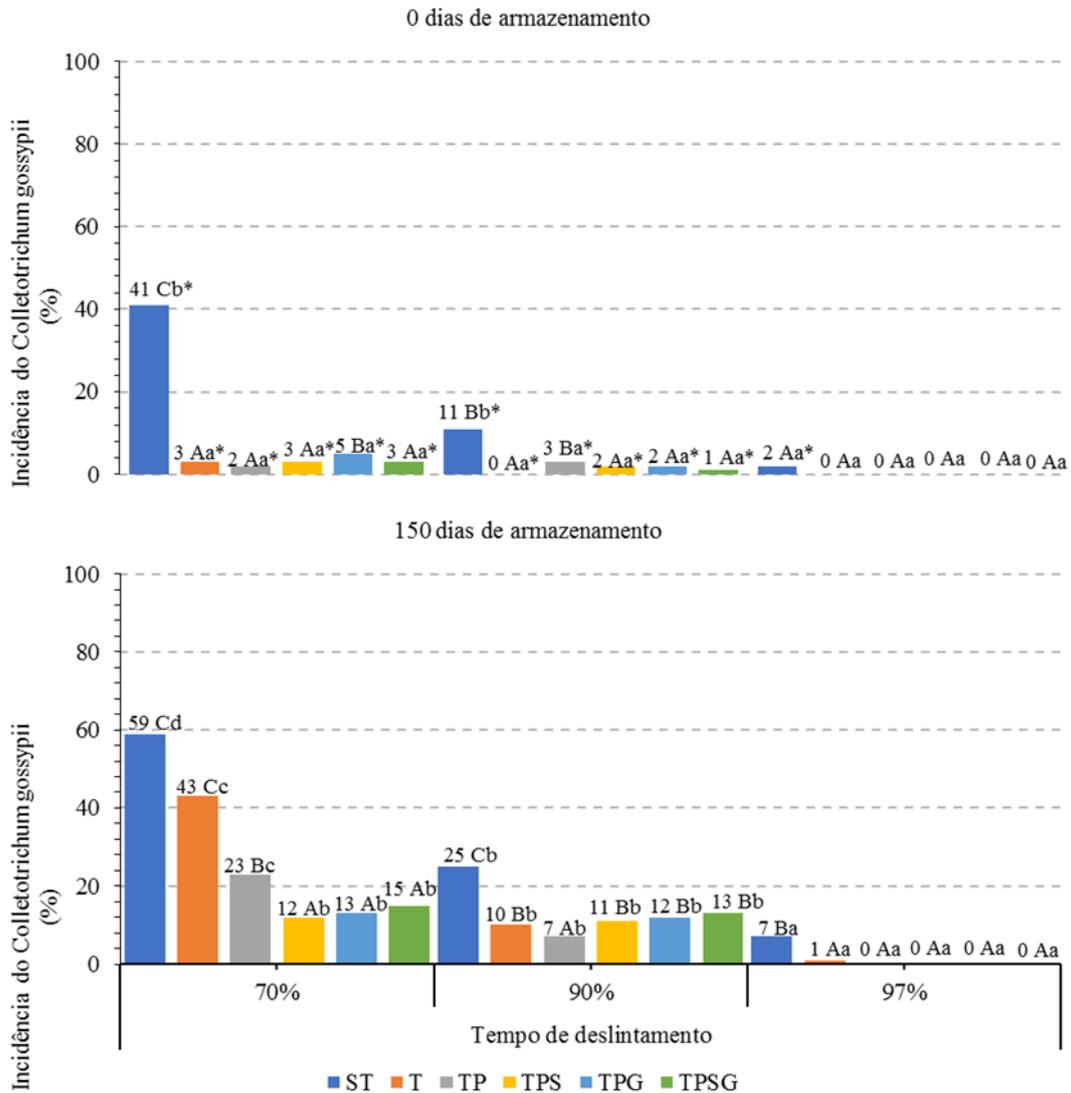
tratamento deste tempo e os melhores tratamentos foram com TPG e TPSG ambos com 12% (Figura 1). Também com 90% de deslincamento, em sementes sem tratamento foi constatada maior ocorrência de *Fusarium sp.*, com 67%, os melhores tratamentos foram TPG (13%) e TPSG (12%). Mesmo com maior nível de deslincamento, 97%, sementes sem tratamento também apresentavam maior ocorrência do patógeno, 28%, seguido do TS, 11%, já com os demais tratamentos em que foi incluído o polímero, TP, TPS, TPG e TPSG, os valores foram abaixo de 1%, fato também constatado antes do armazenamento.

Uma das principais funções dos polímeros nos tratamentos de sementes é melhorar a aderência do produto junto a semente, principalmente em sementes com tegumento de difícil recobrimento, como o algodão, devido sua constituição e baixa rugosidade. Para Pereira et al. (2007) e Pereira et al. (2011) os polímeros não afetaram a qualidade fisiológica das sementes de soja e promoveram melhor aderência dos fungicidas.

A incidência de fungo *Fusarium sp.* já era alta na primeira época de avaliação, tendo se intensificado durante armazenamento, podendo estar relacionado ao fato deste fungo ser um patógeno que quando associado as sementes hospedeiras forma estruturas de resistência como clamidósporos que lhe permitem maior capacidade de sobrevivência (ARAÚJO et al., 2016).

Para incidência do fungo *Colletotrichum gossypii* (Figura 2) constatou-se a sua erradicação nos tratamentos T, TP, TPS, TPG e TPSG com o deslincamento mais elevado, 97%, nas duas épocas de avaliação. Reiterando a importância para a qualidade sanitária da combinação deslincamento correto e suficiente aliado ao tratamento fitossanitário, com implicações positivas também na qualidade fisiológica (Tabela 4).

Figura 2 - Valores médios da incidência do fungo *Colletotrichum gossypii* em sementes de algodão em função de níveis de deslintamento, composições de tratamento químico e armazenamento por 150 dias.



Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas entre os tratamentos, minúsculas entre os tempos de deslintamento, e (*) nos gráficos entre as épocas de armazenamento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott ($p > 0,05$).

Fonte: Da autora (2023).

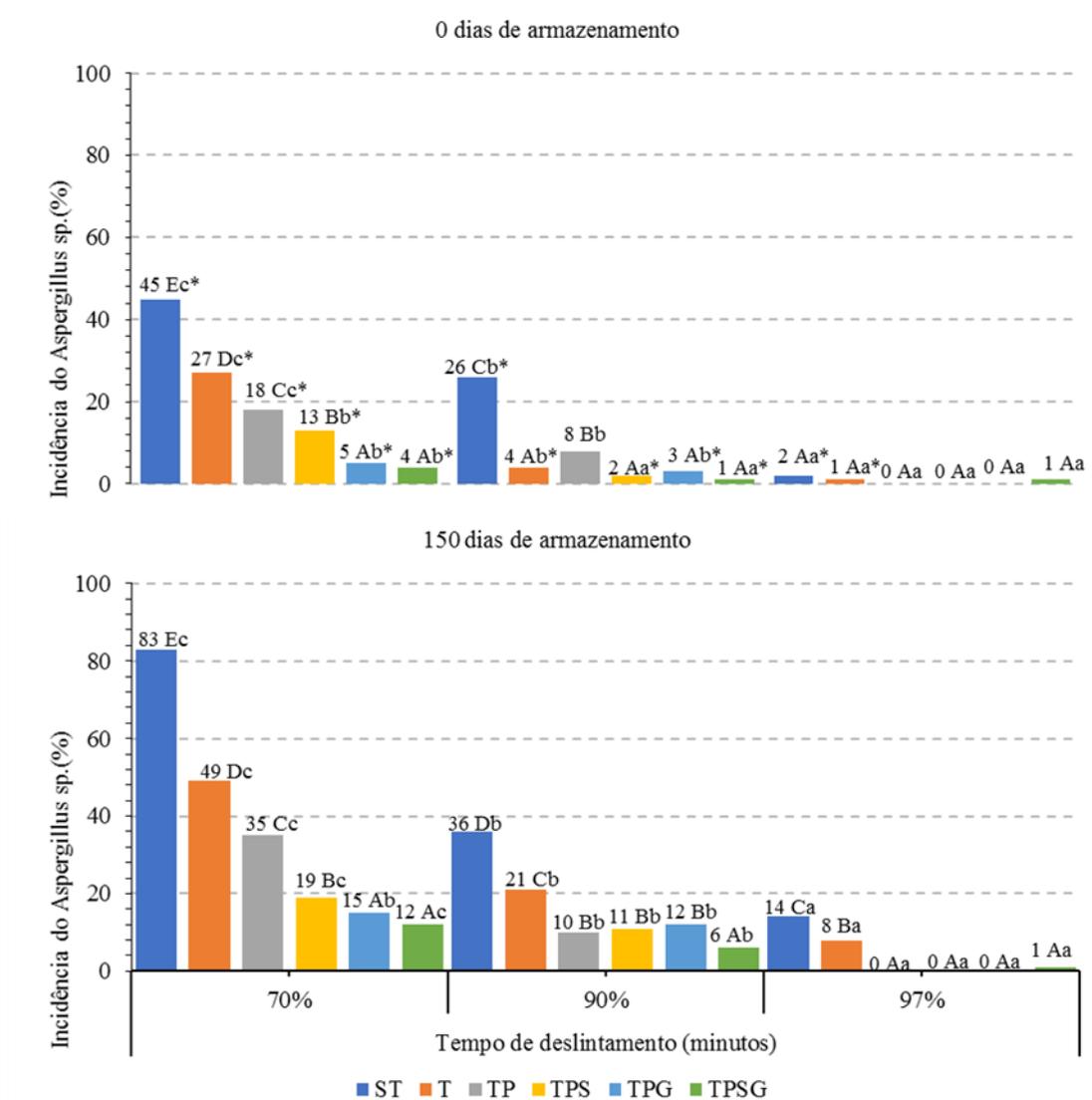
Já para os níveis mais baixos de deslintamento, 70 e 90%, na primeira época de avaliação a maior incidência do *Colletotrichum gossypii* foi no tratamento ST com 41 e 11% respectivamente, valores superiores ao observado para sementes com tratamento fitossanitário. As incidências desse patógeno antes do armazenamento em sementes tratadas foram todas abaixo de 5% (Figura 2)

Após o armazenamento a incidência do *Colletotrichum gossypii* foi mais elevada em relação ao início do armazenamento para sementes com níveis de deslintamentos mais

baixos, 70 e 90% (Figura 2). Manteve-se na mesma tendência, sendo os maiores valores em sementes não tratadas ST com 59% para com 70% de deslincamento e 25% para sementes com 90% de deslincamento. Para sementes com 90% de deslincamento, os melhores resultados foram observados com sementes tratadas, independente da adição de componentes. Já com 70% de deslincamento, os melhores resultados melhores foram em sementes tratadas com produtos fitossanitários, porém com adição de polímero (Figura 2). Isso reforça a importância desse componente na aderência dos produtos, principalmente nessas situações de deslincamentos deficientes, onde o linter remanescente dificulta a adesão do produto junto ao tegumento.

Para o fungo *Aspergillus* sp. (Figura 3), observou-se que a maior incidência na primeira época de avaliação, foi em sementes com deslincamento incompleto, 70%, sem tratamento fitossanitário - ST (45%), sendo este o pior tratamento, os tratamentos com TPG (5%) e TPSG (4%) proporcionaram menor incidência.

Figura 3 - Valores médios da incidência do fungo *Aspergillus sp.* em sementes de algodão em função de níveis de deslintamento, composições de tratamento químico e armazenamento por 150 dias.



Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas entre os tratamentos, minúsculas entre os tempos de deslintamento, e (*) nos gráficos entre as épocas de armazenamento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott ($p > 0,05$).

Fonte: Da autora (2023).

Para sementes com 90% de deslintamento, sementes sem tratamento fitossanitário também apresentaram os níveis mais elevados de *Aspergillus sp.*, 26%, e os melhores resultados sempre obtidos com o uso do tratamento fitossanitário incluindo fungicida, T, TPS, TPG e TPSG com incidências abaixo de 5%. Já com o maior nível de deslintamento, 97%, não houve diferença entre os tratamentos, com todos os valores abaixo ou igual a 2% (Figura 1).

Reforçando a relação de menor incidência desse patógeno em sementes corretamente deslindadas.

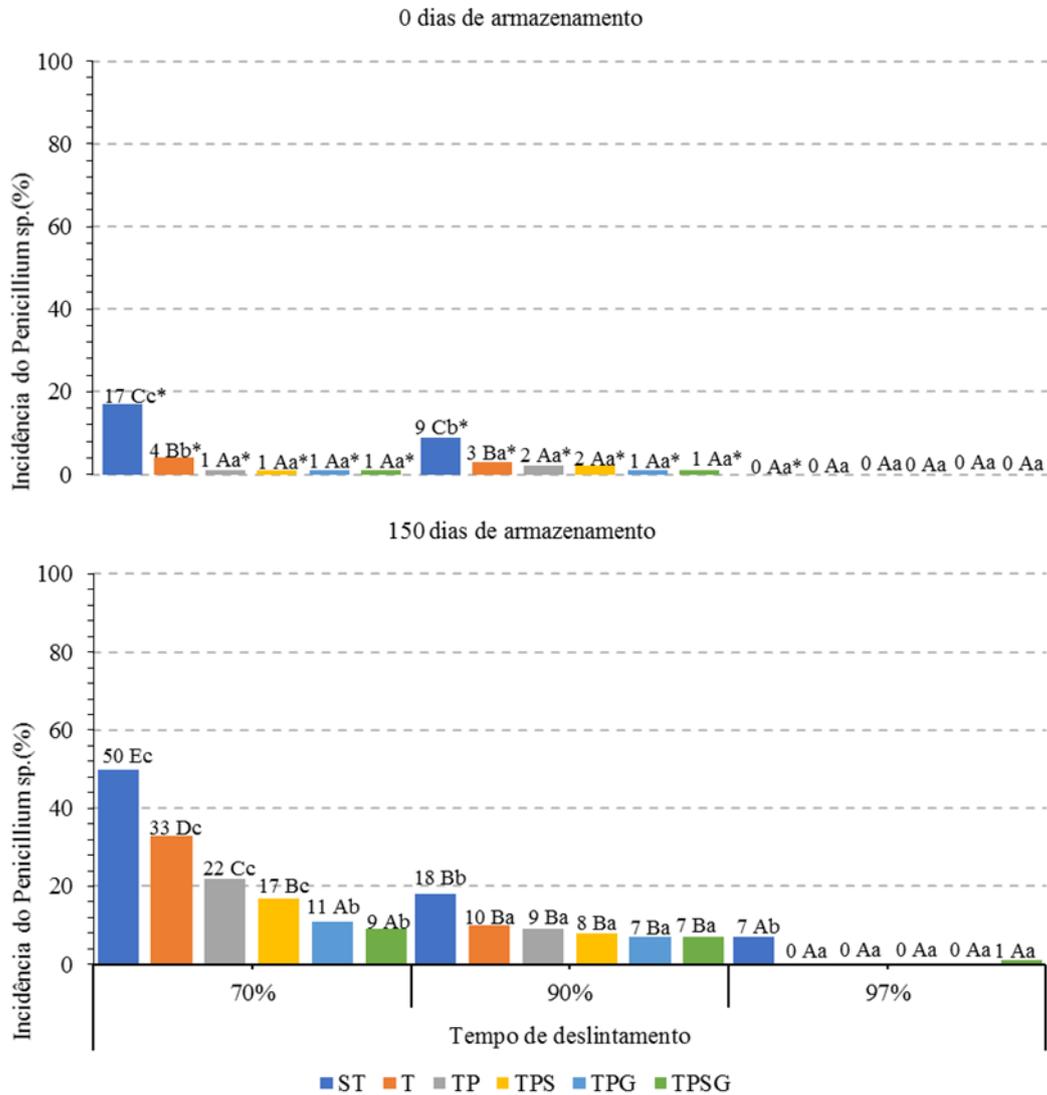
Aos 150 dias de armazenamento as tendências entre os tratamentos foram coerentes com o observado antes do armazenamento, porém com valores mais elevados. Em todos os níveis de deslindamentos, a maior incidência foi observada nas sementes sem tratamento químico, com maiores diferenças e níveis nas sementes com mais línter remanescente, chegando a atingir 83% nas sementes ST e com tratamento, todos os valores abaixo de 49%. Nas sementes com deslindamento próximo ao total, 97%, as incidências foram abaixo de 14%, observados na semente ST e abaixo de 1%, nas sementes com TP, TPS, TPG e TPSG (Figura 1). Demonstrando a importância do correto e completo deslindamento associado ao tratamento fitossanitário para controle desse patógeno.

Essa alta incidência de *Aspergillus sp.* nas sementes com mais línter remanescente e em sementes não tratadas influenciaram diretamente na qualidade fisiológica das sementes, pois nesses tratamentos as sementes apresentaram menor germinação e menor vigor (Tabela 4). Porém, para sementes tratadas com um número maior de componentes, a exemplo com uso de grafite, TPG e TPGS, apesar de proporcionar menor incidência de *Aspergillus sp.* não foi verificado maior vigor, provavelmente relacionado a algum efeito fitotóxico ou restritor hídrico desse componente.

Resultados similares foram encontrados por Martins et al. (2009) em sementes de algodão, os autores, observaram na avaliação sanitária que, a maior incidência do fungo do gênero *Aspergillus*, prejudicou a qualidade das sementes causando a perda do vigor e da capacidade de germinação.

A incidência do fungo *Penicillium sp.* foi similar ao fungo *Colletotrichum gossypii*. (Figura 4), constatou-se para ambos fungos a sua erradicação nos tratamentos T, TP, TPS, TPG e TPSG no deslindamento a 97 % nas duas épocas de avaliação (Figura 4).

Figura 4 - Valores médios da incidência do fungo *Penicillium sp.* em sementes de algodão em função de níveis de deslntamento, composições de tratamento químico e armazenamento por 150 dias.



Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas entre os tratamentos, minúsculas entre os de deslntamento, e (*) nos gráficos entre as épocas de armazenamento diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott ($p > 0,05$).

Fonte: Da autora (2023).

No início do armazenamento a maior incidência do *Penicillium sp.* também foi em sementes não tratadas ST com 17 e 9% de ocorrência para 70 e 90% de deslntamento, respectivamente, incidência superior aos demais tratamentos, cujos valores foram abaixo de 5% (Figura 4)

Também foi observado para incidência do *Penicillium* sp. valores mais elevados após o armazenamento, em que sementes sem tratamento ST alcançaram 50 e 18% de incidências para sementes com 70% e 90% de deslinteramento, respectivamente (Figura 4). Sementes com menos línter remanescente (10%) o efeito positivo do tratamento fitossanitário e em sementes com mais línter remanescente (30%) os melhores resultados foram com a da adição do componente funcional, polímero, para melhor aderência dos produtos (Figura 4).

Com o desenvolvimento da pesquisa, foi possível constatar que, os deslinteramentos químicos com remoção do línter acima de 90%, reduziu significativamente a população de fungos tanto no início do armazenamento quanto o desenvolvimento de patógenos no armazenamento. Porém, o mesmo sozinho, não foi suficiente para garantir a qualidade sanitária, sendo necessário aliar ao deslinteramento completo, o tratamento fitossanitário, que apresentou efeito positivo em todos os patógenos, tanto antes quanto após o armazenamento, sobretudo com uso de componentes funcionais como polímero, para maior aderência do produto.

Os tratamentos fitossanitários apresentaram efeitos positivos mais acentuados em sementes com deslinteramentos deficientes, com excesso de línter remanescente, acima de 10%. A qualidade sanitária foi diretamente relacionada aos efeitos sobre a qualidade fisiológica, deixando claro a importância tanto do deslinteramento completo quanto do tratamento químico adequado como uma estratégia para eliminar os fungos vindo do campo e para o controle da proliferação dos mesmos durante o armazenamento.

Com o desenvolvimento da pesquisa, foi possível constatar que, os deslinteramentos químicos com remoção do línter acima de 90%, reduziu significativamente a população de fungos tanto no início do armazenamento quanto o desenvolvimento de patógenos no armazenamento. Porém, o mesmo sozinho, não foi suficiente para garantir a qualidade sanitária, sendo necessário aliar ao deslinteramento completo, o tratamento fitossanitário, que apresentou efeito positivo em todos os patógenos, tanto antes quanto após o armazenamento, sobretudo com uso de componentes funcionais como polímero, para maior aderência do produto.

Os tratamentos fitossanitários apresentaram efeitos positivos mais acentuados em sementes com deslinteramentos deficientes, com excesso de línter remanescente, acima de 10%. A qualidade sanitária foi diretamente relacionada aos efeitos sobre a qualidade fisiológica, deixando claro a importância tanto do deslinteramento completo quanto do tratamento químico adequado como uma estratégia para eliminar os fungos vindo do campo e para o controle da proliferação dos mesmos durante o armazenamento.

4 CONCLUSÕES

Sementes deslintadas em níveis iguais ou superiores a 90% possuem melhor desempenho sanitário e fisiológico.

O deslntamento abaixo de 90% associado ou não ao tratamento fitossanitário propicia maior incidência de fungos, o que prejudica a germinação e o vigor das sementes.

O deslntamento acima de 90% aliado ao tratamento fitossanitário favorece a qualidade sanitária e conseqüentemente a fisiológica das sementes de algodão, sobretudo com o avanço do armazenamento.

A inclusão do componente funcional, polímero, melhora a aderência do tratamento fitossanitário e proporciona melhor controle dos fungos, principalmente em sementes com deslntamentos deficientes abaixo de 90%.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, D.V.; MACHADO, J.C.; PEDROSO, R.; PFENNING, L.H.; KAWASAKI, V. H.; NETO, A.M.; PIZATTO, J.A. Transmission and effects of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Vasinfectum* on cotton seeds. **African Journal of Agricultural**, v.11, n.20, p.1825-1823, 2016.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Testes de sanidade: Incubação em substrato de papel ou método do papel de filtro “blotter test”**. Manual de análise sanitária de sementes. Brasília: MAPA/ACS. ISBN 978-85-99851-64-7. Pt 5, 2009 p. 33-34.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 45, de 17 de setembro de 2013. Diário Oficial da União, seção 1: 45, 25, 2013.
https://www.gov.br/agricultura/ptbr/assuntos/insumosagropecuarios/insumosagricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/copy_of_INN45de17desetembrode2013.pdf
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.2, p.109-112, 2014.
- FREITAS, R.A.; DIAS, D.C.F.S.; CECON, P.R.; REIS, M.S. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de algodão durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, 22, n.2, p.94-101, 2000.
- LOPES, K. P.; BRUNO, R. De L.A.; Costa, Da. R.F.; BRUNO, G.B.; ROCHA, M. Dos. S Efeito do beneficiamento na qualidade fisiológica e sanitária de sementes do algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 426-435, 2006.
- MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Universidade Federal de Lavras, Editora UFLA, 2000. 138 p.
- MARTINS, M.T.C.S.; BRUNO, R.L.A.; GONÇALVES, E.P.; ALVES, T.I.F.; CASTRO, J.P. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de três cultivares de algodoeiro herbáceo armazenadas. **Revista Caatinga**, v.22, n.3, p.144-149, 2009.
- MENTEN, J. O. M. et al. Evolução dos produtos fitossanitários para tratamento de sementes no Brasil. In: ZAMBOLIM, L., (Ed.). **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa, UFV, p. 333-374, 2005.
- PEREIRA, C.E.; OLIVEIRA, J.A.; EVANGELISTA, J. R. E.; BOTELHO, F. J. E.; OLIVEIRA, G.E.; TRENTINI, P. Desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas durante o armazenamento. **Ciência & Agrotecnologia**. v. 30, n. 3, p. 656-665, 2007.

PEREIRA, C.E.; OLIVEIRA, J.A.; GUIMARÃES, R.M.; VIEIRA, A.R.; EVANGELISTA, J.R.E.; OLIVEIRA, G.E. Tratamento fungicida e peliculização de sementes de soja submetidas ao armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.1, p.158-164, 2011

QUEIROGA, V. P.; MATA, M. E. R. M. C. Sistema integrado de produção, beneficiamento, e deslintamento químico para sementes de algodão. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 18, n. 2, p. 207-225, 2016.

SANTOS, A. F.; PARISI, J. J. D; MENTEM, J. O. M. (Ed.). **Patologia de sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 236 p.

SANTOS, G. M.; WERLANG, R. C. **Eficiência de inseticidas no controle de *Pseudoplusia includens* na cultura do algodoeiro**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Anais...** Bahia: Embrapa Algodão, 2005.

SANTOS, C. M.; SILVA, E. V.; SANTOS, V. L. M.; JULIATTI, F. C. Qualidade de sementes do algodão (*Gossypium hirsutum* L.), em função do tamanho e do local de produção. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n.2, p. 144-151, 2001.

CAPITULO 4

ASSERTIVIDADE DE DOSES E VOLUMES DE CALDA EM TRATAMENTO INDUSTRIAL E A QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ALGODÃO

RESUMO

O tratamento químico de sementes de algodão é uma ferramenta amplamente adotada em lavouras do algodoeiro, visando a proteção das sementes e favorecer altas produtividades. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da assertividade de doses de inseticidas/nematicidas e volumes de calda em tratamento industrial de sementes de algodão sobre a qualidade fisiológica. Foi estabelecido um experimento em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial $4 \times 3 + 1$, sendo quatro doses de produtos inseticidas/nematicidas (0, 1.0, 1.5, e 2.0 vezes a dose recomendada), três volumes finais de calda, completados com água (3100, 3600 e 4100 mL.100 kg de sementes⁻¹) e um tratamento adicional, somente com produtos fitossanitário nas doses corretas (1900 mL.100 kg de sementes⁻¹). A qualidade fisiológica foi avaliada mediante os seguintes testes: primeira contagem de germinação, germinação, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência de plântulas. O uso do volume de calda elevado no tratamento de sementes de algodão entre 3100 e 4100 mL.100 kg de sementes⁻¹, não afetou a germinação, quando não armazenadas, porém prejudicou o vigor, principalmente com o erro de dose dos inseticidas.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L., Tratamento de sementes. Vigor. Fitotoxidez,

ABSTRACT

The chemical treatment of cotton seeds is an important tool to protect the seeds and ensure high yields. Thus, the objective of this work was to evaluate the effects of different compositions of application doses of fungicides, insecticides, nematicides and different volumes of syrup in the industrial treatment of cotton seeds on the physiological quality. An experiment with a completely randomized design was established, in a $4 \times 3 + 1$ factorial scheme, with four doses of products (0, 1.0, 1.5, and 2.0x), three volumes of syrup (3100, 3600 and 4100 mL.100 kg of seeds⁻¹) and an additional treatment (1900 mL.100 kg of seeds⁻¹). Physiological quality was evaluated using the following tests: first germination count, germination, accelerated aging, seedling emergence and seedling emergence speed index. The treatment of seeds with high doses and volume of syrup promoted high germination rates, however, impaired seed vigor measured by the accelerated aging test.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L. Seed treatment. Vigor. Phytotoxicity.

1 INTRODUÇÃO

A cotonicultura é uma das atividades agrícolas mais exploradas no Brasil que tem se destacado com grande participação no agronegócio brasileiro, pela sua contribuição no crescimento socio econômica (OLIVEIRA et al., 2012).

Apesar de ser uma cultura bem estabelecida, devido a sua propagação ser via semente, a mesma constitui fator limitante para o sucesso das lavouras, pela susceptibilidade a incidência e ataque de agentes fitopatogênicos causadores de diversas doenças de importância econômica (MENTEN, 2005).

Em razão disso, tem se utilizado o tratamento químico de sementes como uma ferramenta para amenizar os problemas decorrentes da ação dos agentes fitopatogênicos, aplicando-se receitas contendo combinações de fungicidas, para o controle de patógenos transmitidos pelas sementes, de forma a garantir o estabelecimento de uma população ideal de plantas e inseticidas/nematicidas como tratamento preventivo de modo a evitar perdas decorrentes da ação de insetos pragas e nematoides em ocasião da semeadura (SANTOS; WERLANG, 2005, MARTINS et al., 2009; AVELAR et al., 2011; BRZEZINSKI et al., 2017). Apesar das vantagens proporcionadas pelos tratamentos químicos de sementes, dentre elas a proteção das sementes e plântulas para a formação do estande de plantas adequado, se o processo for conduzido de forma inadequada, com combinações de produtos incompatíveis, erros de doses de ingrediente ativo e volumes de calda, o tratamento pode afetar a qualidade fisiológica das sementes, sobretudo quando se faz necessário o armazenamento de sementes tratadas, como o caso do tratamento industrial de sementes - TSI (SANTOS et al., 2018; ROCHA et al., 2020; CARVALHO et al., 2020). Com aumento do número de produtos utilizados via tratamento de sementes, e ou o aumento de volume de calda para melhor recobrimento, volumes elevados de calda tem sido utilizados na agricultura atualmente, mas dependendo do ingrediente ativo, sobretudo inseticidas, do volume de calda, principalmente com predominância aquosa e períodos de armazenamento podem ocorrer efeitos sobre o vigor das sementes, a exemplo do relatado para sementes de soja por Santos et al. (2018), Carvalho et al. (2022b) e Carvalho et al., (2022a).

Neste sentido, apesar do tratamento químico de sementes de algodão ser uma ferramenta bastante difundida na cadeia produtiva do algodoeiro, há escassez de estudos no que concerne as implicações da execução do processo de tratamento industrial de sementes sobre a qualidade

fisiológica de sementes de algodão. Diante do exposto, desenvolveu-se esta pesquisa com objetivo de avaliar os efeitos da assertividade de doses de inseticidas/nematicidas e volumes de calda em tratamento industrial de sementes de algodão sobre a qualidade fisiológica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório Central de Pesquisa de Sementes, da Escola de Ciências Agrárias de Lavras (ESAL), na Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, Brasil. Utilizou-se sementes de algodão da cultivar DP1746B2RF, da safra 2021/22, fornecidas pela empresa J&H Sementes[®]. As sementes foram deslintadas em nível industrial, na própria empresa, por meio de deslintamento via úmida com ácido sulfúrico diluído e neutralização com Calcário hidratado ((Ca(OH)₂).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 3 + 1, sendo: quatro doses de produtos inseticidas/nematicidas (0; 1; 1,5 e 2x), três volumes finais de calda (3100, 3600 e 4100 mL.100 kg de sementes⁻¹) e um tratamento adicional (controle), com quatro repetições.

As sementes foram submetidas ao tratamento químico na Usina de beneficiamento, tratamento e armazenamento de sementes da UFLA, com a utilização de diferentes produtos comerciais, envolvendo produtos fitossanitários fungicidas, inseticidas e nematicidas e produtos funcionais, como polímero e pó secante descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Produtos comerciais, tipos, ingredientes ativos e doses utilizadas no tratamento de sementes de algodão.

Nome Comercial do produto	Tipo de Produto ¹	Ingrediente ativo (g/L)	Dose do produto comercial por 100 kg de sementes ¹
Avicta 500 FS [®]	N+I	Abamectina 500	300 mL
Cruiser 350 FS [®]	I	Tiamethoxam 350	600 mL
Dynasty [®]	F	Azoxistrobina 75 Metalaxil-M 37,5 Fludioxonil 12,5	300 mL
Fortenza 600 FS [®]	I	Ciantraniliprole 600	300 mL
Biocroma [®]	P		400 mL
Biogloss [®]	PS		600 g
Grafite	G		200 g

¹ F = Fungicida, I = Inseticida, N = Nematicida, P = Polímero, PS = Pó secante.

Fonte: Da autora (2023).

Utilizou-se o equipamento Momesso Arktos Laboratório L5K, que simula o tratamento industrial de sementes em bateladas, com calibração de 15 hertz no inversor do equipamento. As sementes foram tratadas com 12 diferentes composições da calda, em que todas as sementes foram tratadas com Fungicida, Polímero e Pó secante em doses recomendadas e fixas, com variações em relação às doses dos ingredientes ativos inseticidas e nematicidas, sendo 0, 1, 1,5 e 2 vezes as doses recomendadas em bula e com diferentes volumes finais de calda, completados com água, para 3100, 3600 e 4100 mL por 100 kg de sementes, além do tratamento controle, sem adição de água, conforme descrição detalhada na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição dos tratamentos químicos de sementes de algodão em função de doses de inseticidas e nematicidas e volumes finais de calda.

**ml/100kg sementes	Fixos			Inseticidas/Nematicida			Água para aumentar o volume	Volume final mL/100kg sementes
	Dynasty	Polímero	Pó (g) Secante	Cruiser	Fortenza	Avicta		
0D - 1V	300	400	400	0	0	0	2400	3100
0D - 2V	300	400	400	0	0	0	2900	3600
0D - 3V	300	400	400	0	0	0	3400	4100
1D - 1V	300	400	400	600	300	300	1200	3100
1D - 2V	300	400	400	600	300	300	1700	3600
1D - 3V	300	400	400	600	300	300	2200	4100
1.5D - 1V	300	400	400	900	450	450	600	3100
1.5D - 2V	300	400	400	900	450	450	1100	3600
1.5D - 3V	300	400	400	900	450	450	1600	4100
2D - 1V	300	400	400	1200	600	900	0	3100
2D - 2V	300	400	400	1200	600	900	500	3600
2D - 3V	300	400	400	1200	600	900	1000	4100
Controle	300	400	400	600	300	300	0	1900

0D-1V – 0x a dose 1x o volume, 0D-2V – 0x a dose 2x o volume, 0D-3V – 0x a dose 3x o volume, 1D-1V – 1x a dose 1x o volume, 1D-2V – 1x a dose 2x o volume, 1D-3V – 1x a dose 3x o volume, 1.5D-1V – 1.5x a dose 1x o volume, 1.5D-2V – 1.5x a dose 2x o volume, 1.5D-3V – 1.5x a dose 3x o volume, 2D-1V – 2x a dose 1x o volume, 2D-2V – 2x a dose 2x o volume, 2D-3V – 2x a dose 3x o volume.

Fonte: Da autora (2023).

Após o tratamento químico as sementes foram acondicionadas em sacos de papel multifoliado do tipo kraft, e então avaliadas quanto a qualidade fisiológica, por meio dos testes:

Determinação de teor de água (B.U.): utilizou-se o método da estufa a $105 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, onde utilizou-se duas repetições de 4,5 g de sementes (BRASIL, 2009), os resultados foram expressos em porcentagem com base no peso úmido.

Germinação: as sementes foram semeadas entre papel germitest, umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, e acondicionadas em germinador a

25°C. A contagem de plântulas normais, foi realizada aos 12 dias após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

Primeira contagem de germinação: foi realizada conjuntamente com o teste de germinação, com avaliação e registro do número de plântulas normais verificadas no quarto dia após a semeadura, de acordo com as Regras para Análise de Sementes, Brasil, (2009) e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Envelhecimento acelerado: foi conduzido de acordo com a metodologia descrita por Marcos Filho, (1999). Distribuiu-se as sementes em camada única, em uma tela de alumínio fixada em caixas plásticas do tipo gerbox, adicionando-se 40 mL de água destilada, as quais foram acondicionadas em incubadora do tipo B.O.D, a 41 °C durante 60 horas. Decorrido o período de exposição das sementes ao envelhecimento acelerado, as mesmas foram submetidas ao teste de germinação descrito anteriormente. A avaliação das plântulas normais foi realizada aos quatro dias após a semeadura de acordo com Brasil (2009). E os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Emergência de plântulas: as sementes foram semeadas em bandejas contendo substrato de solo e areia na proporção de 1:2, respectivamente, umedecidas a 70% da capacidade de campo e incubadas em câmaras de crescimento a 25 °C, com fotoperíodo de 12/12 horas, a contagem de plântulas emergidas e normais foi realizada aos 21 dias após a semeadura com resultados expressos em porcentagem.

Índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE): realizado em conjunto com o teste de emergência de plântulas. As avaliações foram feitas diariamente a partir do início da emergência, registrando-se o número de plântulas emergidas e normais até ao vigésimo primeiro dia após a semeadura. A determinação do índice foi por meio da fórmula proposta por Maguire (1962).

Os resultados dos testes fisiológicos foram submetidos a análise de variância pelo teste F para comparação de médias foi pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, com o auxílio do software Sisvar (FERREIRA, 2014) e para comparar o controle adicional com os demais tratamentos utilizado o teste Dunnet a nível de significância de 5% com auxílio do software R[®], pacote “Tratamentos.ad” (AZEVEDO, 2022)

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Todas as sementes após os tratamentos apresentaram valores próximos de teor de água, entre 10,6 e 11,4%, sem diferença estatística. As porcentagens de teor de água apresentados foram valores adequados para o armazenamento das sementes. Meneses (2007) considera ser importante a semelhança entre o teor de água em lotes de sementes, pois a uniformidade no teor de água das sementes garante uma padronização das avaliações dando consistência aos resultados obtidos.

Não houve diferenças significativas, nos fatores isolados ou interação, para as variáveis: primeira contagem de germinação, germinação e índice de velocidade de emergência de plântulas. Apenas os resultados dos testes de primeira contagem de germinação, germinação e envelhecimento acelerado apresentaram diferenças significativas quando comparadas com o tratamento controle (TABELA 3).

Em relação ao controle houve diferença para primeira contagem de germinação e para germinação em todos os tratamentos, independente das doses e volumes obteve-se valores superiores ao controle, 93% com volume de calda de 1900 mL.100 kg de sementes⁻¹ sem adição de água. (TABELA 3). Tal resultado indica que para sementes de algodão que não foram armazenadas o uso do volume de calda elevado, até 4100 mL.100 kg de sementes⁻¹, não afetou negativamente a germinação das sementes. O fato de não ter ocorrido diferença entre o controle e os valores do fatorial para emergência e índice de velocidade de emergência de plântulas, reforça a indicação de possibilidade de uso de volume de calda mais elevada para sementes de algodão que não serão armazenadas (TABELA 3).

No entanto, deve-se atentar a aplicação das doses e volumes de calda corretos que estejam nos níveis tolerados pela cultura de modo que não comprometam a qualidade fisiológica das sementes. Conforme constatado em alguns estudos com a cultura da soja (SANTOS et al., 2018; ROCHA et al., 2020; CARVALHO et al., 2022a e CARVALHO et al., 2022b.)

Tabela 3 - Resultados médios da primeira contagem de germinação (%), germinação (%), envelhecimento acelerado (%), emergência de plântulas (%) e velocidade de emergência de plântulas (índice) de sementes de algodão, tratadas com diferentes doses e volumes de calda.

Primeira contagem de germinação (%)				
Volume final ¹	Doses (mL100Kg ⁻¹)			
	0	1.0	1.5	2.0
3100	97 aA ^{ns}	98 aA*	96 aA ^{ns}	97 aA*
3600	97 aA ^{ns}	98 aA*	97 aA*	96 aA ^{ns}
4100	100 aA*	97 aA*	99 aA*	96 aA ^{ns}
C.V (%) = 2,16				
Controle = 93				
Germinação (%)				
3100	98 aA ^{ns}	100 aA*	98 aA ^{ns}	98 aA ^{ns}
3600	97 aA ^{ns}	99 aA*	97 aA ^{ns}	98 aA ^{ns}
4100	100 aA*	98 aA*	99 aA*	97 aA ^{ns}
C.V (%) = 1,89				
Controle = 94				
Emergência de plântulas (%)				
3100	90 aA ^{ns}	79 aA ^{ns}	92 aA ^{ns}	85 aA ^{ns}
3600	83 aA ^{ns}	76 aA ^{ns}	85 aA ^{ns}	87 aA ^{ns}
4100	89 aA ^{ns}	92 aA ^{ns}	79 aA ^{ns}	64 bB ^{ns}
C.V (%) = 12,49				
Controle = 80				
Índice de velocidade de emergência de plântulas				
3100	6,7 aA ^{ns}	5,9 aA ^{ns}	7,2 aA ^{ns}	6,6 aA ^{ns}
3600	6,5 aA ^{ns}	6,1 aA ^{ns}	6,7 aA ^{ns}	6,6 aA ^{ns}
4100	6,7 aA ^{ns}	7,1 Aa ^{ns}	5,8 bA ^{ns}	4,8 aB ^{ns}
C.V (%) = 15,73				
Controle = 5,9				
Envelhecimento Acelerado				
3100	64 aA*	30 bB*	24 bB*	57 aA*
3600	50 aB*	55 aA*	20 bB*	31 bB*
4100	38 bC*	18 cC*	56 aA*	26 cB*
C.V (%) = 15,36				
Controle = 82				

¹ (mL100Kg⁻¹). Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott à 5% de significância. Médias seguidas de (*) e (^{ns}) são significativas e não significativas respectivamente em relação as médias do tratamento controle pelo teste de Dunnet à 5% de significância.

Fonte: Da autora (2023).

As altas taxas de porcentagens de plântulas normais observadas tanto em primeira contagem de germinação, todas acima de 96%, e da germinação, todas acima de 97%, sugerem que os ingredientes ativos dos produtos utilizados no tratamento de sementes não exerceram efeitos fitotóxicos sobre as sementes de algodão, quando não armazenadas, mesmo em teste

conduzido com substrato papel. Relatos de fitotoxidez em função dos tratamentos fitossanitários de sementes são mais comuns em metodologias com água prontamente disponível e em abundância, como exemplo o papel (ROCHA et al., 2020). Alguns estudos relatam uma relação positiva entre os ingredientes ativos e a qualidade de sementes (ALMEIDA et al., 2011; DAN et al., 2013; BORGES et al., 2016).

Os resultados também demonstraram que, as sementes de algodão toleraram as altas doses e volumes de calda aplicadas sem comprometer a capacidade germinativa, quando não armazenadas. Pelas características específicas das sementes de algodão de apresentar o tegumento espesso e rígido.

Tanto para emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência os resultados mais baixos foram com sementes tratadas com a combinação da maior dose do inseticida e do maior volume de calda (2D – 3V), Tabela 3. Indicando que apesar de alto volume de calda com uso de água e dobro da dose de inseticida não afetar a germinação das sementes de algodão, o vigor é prejudicado por essa combinação.

O vigor por meio do envelhecimento acelerado foi a variável que mais discriminou os tratamentos, apresentando valores entre 20 a 64% (Tabela 3). Entre as doses de inseticidas constatou-se que de modo geral, a inserção do inseticida na receita de tratamento em qualquer uma das doses, 1.0; 1,5 e 2.0 x, ocasionou problemas na qualidade fisiológica com o uso de volumes de calda mais baixos, menor que 3600 mL. 100 kg de sementes⁻¹ (TABELA 3). Já com o uso do volume de calda mais elevado, 4100 mL. 100 kg de sementes⁻¹ o efeito prejudicial foi constatado mesmo sem adição do inseticida, dose 0. Entre os volumes de calda, sempre quando houve diferença, o volume de calda mais elevado prejudicou o vigor das sementes, com exceção da dose 1.5 (Tabela 3). Reiterando que o volume de calda mais elevado afetou o vigor das sementes de algodão no teste de envelhecimento acelerado, todos os valores obtidos no fatorial foram inferiores ao controle, 82% (Tabela).

As combinações de todas doses e dos volumes de calda, influenciaram significativamente na redução do vigor, havendo tendência das doses e volumes de calda mais altos ocasionarem as maiores reduções das médias, tendo reduzido o vigor em mais de 50 pontos percentuais abaixo da média do tratamento controle, destacando-se como piores combinações as seguintes: 1D e 1,5D – 1V com 30 e 24% de vigor respectivamente, 1,5D e 2D – 2V com 20 e 31% de germinação respectivamente e 1D e 2D – 3V com 18 e 26% de vigor respectivamente (Tabela 3).

Estes resultados levantam a possibilidade de ter ocorrido algum efeito fitotóxico mais acentuado sobre as sementes nesse teste com essa metodologia, considerando que, a semente precisa reidratar os tecidos para retomada das atividades metabólicas responsáveis por desencadear a germinação, o excesso da calda e dose de ingredientes ativos, possivelmente tenham sido absorvidos em concentrações e velocidades elevadas durante a da germinação em papel após o estresse térmico, podendo ter causado danos nas organelas celulares durante a reidratação, o que ocasionou a inviabilidade das sementes e ou o retardamento do processo germinativo. O protocolo do teste preconiza a avaliação única aos 4 dias após a semeadura em papel neste sentido com a influência dos ingredientes ativos pode ter inibido os percursores da germinação ou induzido danos e estresses que afetaram muito os valores obtidos no teste. Indicando atenção na utilização desse teste para sementes tratadas

Pois ao contrário do teste de germinação em que se observou resultados satisfatórios o mesmo tem a duração de 12 dias, tempo que favoreceu a redução dos efeitos deletérios dos ingredientes ativos e/ou amenizou o problema de retardo do processo germinativo.

Ademais a semente já estava exposta ao estresse da alta temperatura e umidade do ar, que pelo protocolo do teste expõe a semente a aceleração do metabolismo, assim, associando a possível absorção da calda com os efeitos do estresse do envelhecimento acelerado, estes fatores de forma conjunta podem ter acentuado problemas de fitotoxidez comprometido o vigor das sementes nesse teste, mesmo sem terem sido armazenadas

O comprometimento do vigor e da germinação influenciada pelos ingredientes ativos dos produtos aplicados no tratamento de sementes já foi comprovada em estudos com outras espécies como na soja Pereira et al. (2018); Abati et al. (2020); Carvalho et al. (2020) e Del Bem-Junior. (2020) e Rocha et al. (2020) e no milho Mariucci et al. (2018); Oliveira et al. (2020) e Moraes et al. (2022).

4 CONCLUSÕES

O uso do volume de calda elevado no tratamento de sementes de algodão, entre 3100 e 4100 mL.100 kg de sementes⁻¹, não afeta a germinação, quando não armazenadas.

A aplicação de altas doses de volumes de calda acima de 3100 mL 100 kg de sementes⁻¹, prejudica o vigor das sementes de algodão, mesmo quando não armazenadas.

O erro de dose de inseticidas, 2 vezes a recomendada, no tratamento de sementes de algodão proporciona danos ao vigor das sementes, por meio de envelhecimento acelerado, mesmo sem armazenamento.

REFERÊNCIAS

- ABATI, J.; BRZEZINSKI, C.R.; BERTUZZI, E.C.; HENNING, F.A.; ZUCARELI, C. Physiological response of soybean seeds to spray volumes of industrial chemical treatment and storage in different environments. **Journal os Seed Science**, v.42, ed. 202042002, 2020.
- ALMEIDA, A.S.; CARVALHO, I.; DEUNER, M.A.A.T.; VILLELA, F. Bioativador no desempenho fisiológico de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.3, p.501-510, 2011.
- AVELAR, S.A.G.; BAUDET, L.; PESKE, S.T.; LUDWIG, M.P.; RIGO, G.A.; CRIZEL, R.L.; OLIVEIRA, S. Armazenamento de sementes de soja tratadas com fungicida, inseticida e micronutriente e recobertas com polímeros líquido e em pó. **Ciência Rural**, v. 41, n.10. p. 1719-1725, 2011
- AZEVEDO, A.M. Pacote Para Análise de Experimentos Com Tratamentos Adicionais: Package “Tratamentos.ad”. **Repository CRAN**, October, 2022. Disponível em: <https://cran.rproject.org/web/packages/Tratamentos.ad/Tratamentos.ad.pdf>
- BORGES, C.T., ALMEIDA, A. Da. S.; DEUNER, C. T., JAUER. A.; MENEGHELLO, G.E. Efeito do Tiametoxam sobre a qualidade fisiológica de sementes de amendoim. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**.v.10, n.4, p.44-48, 2016.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 395p. 2009.
- BRZEZINSKI, C.R.; ABATI, J.; HENNING, F.A.; HENNING, A.A.; FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; ZUCARELI, C. 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.
- CARVALHO, E.R.; ROCHA, D.K.; ANDRADE, D.B. de; PIRES, R.M. de O.; PENIDO, A.C.; REIS, L.V. Phytotoxicity in soybean seeds treated with phytosanitary products at different application times. **Journal of Seed Science**, v.42, ed. 202042036, 2020.
- Carvalho, E.R.; Rocha, D.K.; Fraga Júnior, E.F.; Pires, R.M. O.; Oliveira, T.F.; Penido, A.C. Soil water restriction and performance of soybean seeds treated with phytosanitary products. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.26, n.1, p.59-66, 2022a.
- CARVALHO, E. R.; PENIDO, A. C.; ROCHA, D. K.; REIS, L.V.; SANTOS, S. F.; SANTOS, H.O. Monitoramento fisiológico e enzimático de sementes tratadas de cultivares de soja durante o armazenamento. **Revista Brasileira De Ciências Agrárias**, v.17, n. 3, 2022b.
- DAN, L.G.M.; BRACCINI, A.L.; BARROSO, A. L. De. L.; DAN, H. De. A.; PICCININ, G.G.; VORONIAK, J.M. Physiological potential of soybean seeds treated with thiamethoxam and submitted to storage. **Agricultural Sciences**, v.4, n.11, p.19-25, 2013.

DEL BEM-JUNIOR, L.; FERRARI, J.L.; DARIO, G.; RAETANO, C.G.; Impact of storage on the physiological quality of soybean seeds after treatment with fungicides and insecticides. **Journal of Seed Science**, v.42, ed. 202042037, 2020.

MARIUCCI, G.E.G.; SUZUKAWA, A, K.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C.A.; LIMA, L. H. Da. S.; ANGELOTTI, P.; PONCE, R. M.; MARTELI, D, C.V. Physiological potential of maize seeds submitted to different treatments and storage periods. **Journal of Seed Science**, v.40, n.1, p.060-066, 2018.

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

MARCOS-FILHO, J. Teste de Envelhecimento Acelerado. In.: KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (Eds.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.31-34.

MARTINS, C. C.; BOVI, M.L.A.; SPIERING, S.H. Umedecimento do substrato na emergência e vigor de plântulas de pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n. 1, p. 224 - 230, 2009.

MENESES, C.H.S.G. **Qualidade fisiológica de sementes de algodão submetidas a estresse hídrico induzido por polietilenoglicol-6000**. 2007. 97 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2007.

MENTEN, J. O.; RUGAI, A.; ARAUJO, A. E.; LIMA, L. C. S. F.; ZUPPI, M. Utilização de sementes sadias e/ou adequadamente tratadas no manejo de doenças do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Anais**. Bahia: Embrapa Algodão, 2005.

MORAES, L.F.S.; CARVALHO, E.R.; LIMA, J.M.E.; COSSA, N.H.S.; JHONATA, C.M. Physiological quality of corn seeds treated with insecticides and stored at different temperatures. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.57, ed. 02665, 2022.

OLIVEIRA, T.L. De; PINHO, R.G.V.; SANTOS, H. O. Dos.; SILVA, K. M. De J.; PEREIRA, E. De. M.; SOUZA, J.LD. Biochemical changes and physiological quality of corn seeds subjected to different chemical treatments and storage times. **Journal of Seed Science**, v.42, ed. 202042038, 2020.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J.F.; OLIVEIRA, F.R.A.; FREIRE, A.G.; SOARES, L.C.S. Produção do algodoeiro em função da salinidade e tratamento de sementes com regulador de crescimento. **Revista Ciência Agrônômica**, v.43, n.2, p. 279 – 287, 2012.

PEREIRA, L.C.; MATERA, T.C.; BRACCINI, A.L.; PEREIRA, R.C.; MARTILI, D.C.V.; SUZUKAWA, A.K.; PIANA, S.C.; FERRI, G.C.; CORREIA, L.V. 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.; CARVALHO, E.R.; PIRES, R.M. DE O.; SANTOS, H.O. DOS; PENIDO, A.C.; ANDRADE, D.B. DE. O substrato afeta a avaliação da germinação de sementes de soja tratadas com produtos fitossanitários? **Ciência e Agrotecnologia**, v.44, 2020.

SANTOS, S. F. Dos; CARVALHO, E.R; ROCHA, D.K.; and NASCIMENTO, R. M. Constituições e volumes de calda no tratamento industrial de sementes de soja e a qualidade fisiológica durante o armazenamento. **Journal of Seed Science** vol.40, n.1, p.67-74, 2018.

SANTOS, G. M.; WERLANG, R. C. Eficiência de inseticidas no controle de *Pseudoplusia includens* na cultura do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Anais...** Bahia: Embrapa Algodão, 2005.