

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

GUSTAVO CÔSMEM PASCHOAL SAFATLE

TRATAMENTO QUÍMICO E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE
SORGO PRODUZIDAS EM DIFERENTES ZONAS DE MANEJO

UBERLÂNDIA-MG

2022

GUSTAVO CÓSMEM PASCHOAL SAFATLE

**TRATAMENTO QUÍMICO E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE
SORGO PRODUZIDAS EM DIFERENTES ZONAS DE MANEJO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia da Universidade Federal de
Uberlândia, como requisito necessário para
obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Cesar R. M. Catão

UBERLÂNDIA-MG

2022

AGRADECIMENTOS

Inicialmente eu quero agradecer a Deus pela minha jornada na Universidade e pelo conhecimento que adquiri nesse período;

Agradecer aos meus pais Andrecia e Elias e a minha irmã Julia pelo apoio incondicional;

Agradecer aos meus amigos e colegas de sala;

Agradecer a Universidade Federal de Uberlândia – UFU;

Agradecer ao meu orientador Professor Hugo por toda a ajuda e paciência durante esse período, pessoa a qual criei muita admiração e sem ele eu não conseguiria.

RESUMO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L.) é uma espécie de origem africana, pertencente à família Poaceae. Situa-se em quinto lugar, entre os cereais mais cultivados no mundo, sendo suplantado apenas pelo trigo, arroz, milho e cevada. O Brasil é um grande produtor e com a modernização que ocorre na agricultura, cada vez mais o agricultor busca tecnologia para sua lavoura e nesse sentido, sementes de qualidade são indispensáveis. Desta forma, objetivou-se com esse trabalho avaliar a qualidade fisiológica de sementes de sorgo produzidas em diferentes zonas de manejo, após o tratamento químico e armazenamento de sementes. As sementes utilizadas foram produzidas na Fazenda Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia - UFU, em área de pivô central previamente definida em zonas de manejo de baixo e alto potencial produtivo. As zonas foram definidas a partir de mapas interpolados de atributos de altitude, areia, argila, condutividade elétrica, resistência a penetração e índice de vegetação (NDVI), com auxílio do plugin Smart Map - SMP, em ambiente Qgis. Após a colheita, as sementes foram levadas para o Laboratório de Sementes da Universidade Federal de Uberlândia (LASEM), tratadas com Thiametoxam, Imidacloprid + Thiodicarb, Fludioxonil + Metalaxil-M e um tratamento controle (água). Em seguida foram armazenadas por 0, 60 e 120 dias em condições de câmara fria e seca. As sementes foram avaliadas quanto a sua qualidade por meio dos testes: teor de água, germinação (plântulas normais, anormais e infeccionadas), envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e massa seca de plântulas. O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4×3 , sendo as zonas de manejo analisadas de forma independente. Os tratamentos inseticidas causam maior fitotoxidez as sementes de sorgo no armazenamento em ambas as zonas de manejo. Sementes de sorgo produzidas em zonas de baixo manejo tratadas com inseticidas mediante aumento dos períodos de armazenamento apresentam menor vigor devido a deterioração das sementes.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*, agricultura de precisão, toxicidade, tratamento de sementes.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	6
2. Material e Métodos.....	8
3. Resultados e Discussão	11
4. Conclusões	18
Referências	19

1. INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor L.*) é uma espécie de origem africana, pertencente à família Poaceae. É um cereal cultivado que se adapta a climas quentes (Prarono et al., 2018). Situa-se em quinto lugar, entre os cereais mais cultivados no mundo, sendo suplantado apenas pelo trigo, arroz, milho e cevada (Pontieri et al., 2020). A cultura possui bastante relevância no cenário atual e pode ser utilizada na alimentação humana, animal e na produção de etanol.

A produção brasileira de sorgo é expressiva, na safra 2020/21 foi de 2,4 milhões toneladas, em 864,7 mil hectares cultivados, com rendimento médio de 2.415 kg ha⁻¹, com destaque para o estado de Goiás, como o principal produtor (CONAB, 2021).

Por ser uma planta de origem tropical, do tipo C4, a qual, além da vantagem fotossintética, se adapta a variadas condições de fertilidade do solo e é mais tolerante que o milho a alta temperatura e déficit hídrico. Por esta razão, a planta é cultivada em uma ampla faixa de latitudes, mesmo onde, outros cereais têm produção antieconômica, como regiões muito quentes, muito secas ou, ainda, onde ocorrem veranicos (Magalhães et al., 2007; Ribas, 2007).

De acordo com Lopes et al. (2002) o aumento de produção e a expansão da área plantada são obtidos em função da tecnologia utilizada, em especial ao uso de sementes de alta qualidade, indispensável para o sucesso de qualquer lavoura, quer seja para a produção de grãos ou de sementes. Dessa forma, sementes de baixa qualidade podem alterar a velocidade de emergência, tendo influência na uniformidade da lavoura e no estabelecimento do estande adequado (Machado, 2002; Vanzolini; Carvalho, 2002; Höfs et al., 2004).

Nesse sentido, algumas técnicas têm se tornado de grande utilidade na produção de sementes. A Agricultura de Precisão é uma técnica para coletar informações sobre atributos químicos e físicos do solo, condições da cultura, topografia e produtividade, associando-as a sua localização, as quais podem ser expressas na forma de mapas que demonstram a distribuição espacial e temporal dos atributos observados (Reis, 2005).

A agricultura de precisão não considera a lavoura como um todo, mas por zonas de manejo (ZM) ou unidades de gestão referenciada (UGD), que são subáreas com a mesma tendência de resposta à produtividade (Milani, 2006). As zonas de manejo são definidas de acordo com o potencial de produtividade (baixa, média ou alta), portanto, não sendo tratadas com homogeneidade, permitindo desta maneira a aplicação localizada de

insumos e plantio de sementes em taxa variada (Milani, 2006). Nunes (2021) e Santos (2021) verificaram que a qualidade fisiológica de sementes de soja sofreu influência quando as sementes foram produzidas em zonas de manejo com baixo potencial produtivo.

O tratamento de sementes (TS) também é outra ferramenta que é utilizada visando o incremento na produtividade. Consiste na aplicação de defensivos químicos como inseticidas e fungicidas, ou produtos biológicos com o intuito de conferir à planta condições de defesa contra o ataque de pragas e patógenos. Isso possibilita maior potencial para o desenvolvimento inicial da cultura, além de manter o estande de plantas planejado. No Brasil, a porcentagem de sementes tratadas com produtos químicos está aumentando e já é uma prática consolidada em várias culturas (Carvalho et al., 2020), e no sorgo não é diferente.

Embora o uso dos defensivos químicos no tratamento de sementes seja considerado um dos métodos mais eficientes para a aplicação de produtos fitossanitários, resultados de pesquisas evidenciaram que alguns produtos, quando aplicados às sementes, podem, em determinadas situações, ocasionar redução na germinação e na sobrevivência das plântulas, devido ao efeito de fitointoxicação (Oliveira e Cruz, 1986).

Uma dessas situações que podem causar a perda de qualidade das sementes é quando ocorre o tratamento das sementes e as mesmas são armazenadas. Brzezinski et al. (2015), Ferreira et al. (2016) e Santos et al. (2018) mencionam problemas nas sementes armazenadas por um longo período, quando já tratadas com ingredientes químicos, sendo possível um eventual efeito fitotóxico sobre a semente afetando a qualidade fisiológica.

Dependendo de quanto tempo de antecedência as sementes são tratadas, o tratamento das sementes antes da embalagem pode ser prejudicial. Nesse processo, questões técnicas e logísticas determinam que as sementes sejam tratadas antes de serem embaladas e armazenadas até o momento da semeadura (Brzezinski et al., 2015). Portanto, monitorar o tempo que a semente pode permanecer com o tratamento sem prejudicar sua qualidade fisiológica (segurança da semente) é de grande importância.

Desta forma, objetivou-se com esse trabalho avaliar a qualidade fisiológica de sementes de sorgo produzidas em diferentes zonas de manejo, após o tratamento químico e armazenamento de sementes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de sorgo foram produzidas em área de pivô central, na Fazenda Capim Branco, pertencente a Universidade Federal de Uberlândia - UFU. Previamente, área foi definida em zonas de manejo, com auxílio do plugin Smart Map - SMP, em ambiente Qgis (Figura 1). Os atributos analisados para a definição das zonas foram a altitude, areia, argila, condutividade elétrica, resistência a penetração e o índice de vegetação (NDVI). Para a condução do experimento foram utilizadas sementes de sorgo provenientes das zonas de baixo e a alto potencial produtivo.

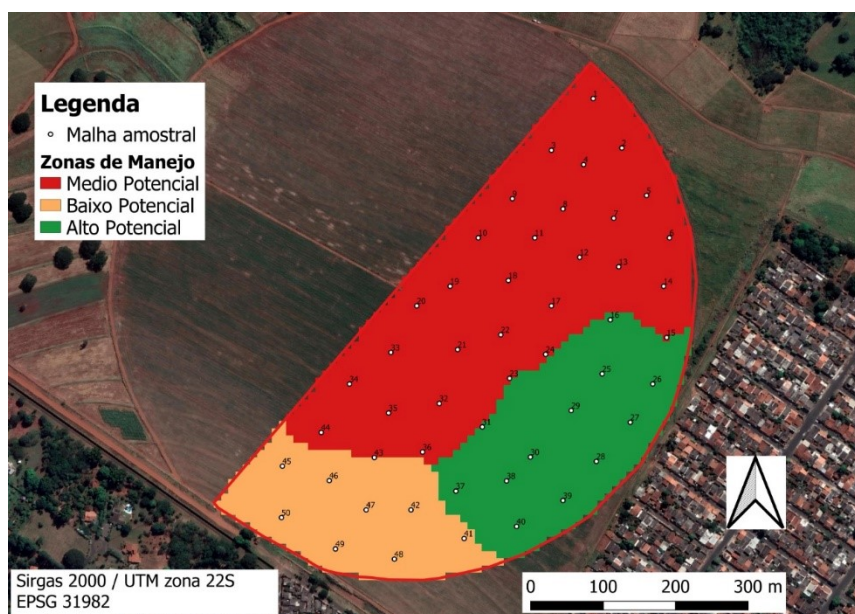


Figura 1: Área experimental e definição de zonas de manejo para coleta de dados.

A semeadura do híbrido 50A60 (Pioneer) ocorreu em março de 2021 e a colheita em agosto de 2021. Para a adubação de plantio utilizou adubo NPK 8-28-16. Em cada uma das zonas de produção foram coletadas sementes de quatro parcelas, contendo 4 linhas (0,5 m x 4 m lineares), totalizando 8 m² de área colhida. Após a colheita as sementes foram conduzidas ao Laboratório de Sementes da Universidade Federal de Uberlândia (LASEM), localizada no estado de Minas Gerais, Brasil.

Inicialmente as sementes foram beneficiadas e na sequência homogeneizadas em homogeneizador de solo com 18 canais. As sementes passaram por tratamento químico manual, usando sacos plásticos, com agitação até a cobertura completa pela calda. O volume da calda foi padronizado em 600 ml 100 kg⁻¹ de sementes. A dosagem utilizada

para preparo da calda seguiu as orientações contidas na bula de cada produto, acrescida de água destilada na quantidade equivalente para complementar o volume especificado (Tabela 1).

Tabela 1. Ingredientes ativos, produtos comerciais, classificação e taxas de aplicação para tratamento de sementes de sorgo. Uberlândia, 2022.

Ingrediente ativo (i.a.)	Nome comercial	Classificação ¹	Dose do produto comercial ²	Dose de água ³
Thiametoxam	Cruiser 350 FS	I	300	300
Fludioxonil + Metalaxil-M	Maxim XL	F + F	100	500
Imidacloprid + Tiodicarb	Cropstar	I + I	500	100
Controle	-	-	-	600

Classificação¹: I: Inseticida; F: Fungicida; Dose do produto comercial²: ml 100 Kg⁻¹ de sementes; Dose de água³: ml 100 Kg⁻¹ de sementes; Volume total: 600 ml 100 Kg⁻¹ de sementes.

Após o tratamento as sementes permaneceram em ambiente de laboratório durante 48 horas para a secagem e aderência dos produtos a sementes. Na sequência foi realizado o armazenamento das sementes em câmara fria e seca em condições de temperatura de 15 °C e umidade relativa (UR) de 55%. As avaliações da qualidade fisiológica foram realizadas nos períodos: 0, 60 e 120 dias de armazenamento, a partir do dia 15 de setembro de 2021 até 15 de janeiro de 2022. Os testes para determinar a qualidade fisiológica das sementes foram: grau de umidade, germinação, massa seca de plântulas, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado.

Grau de umidade: foi avaliado em cada período de armazenamento pelo método de estufa a 105 °C durante 24 horas, utilizando 2 repetições de sementes com 4 a 5 gramas, conforme orientações contidas nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

Germinação: as sementes foram distribuídas uniformemente entre duas folhas de papel para germinação, com volume de água destilada ajustado para embebição na quantidade de 2,5 vezes o peso do papel seco. Em seguida, foram confeccionados rolos de papel contendo as sementes, sendo estes acondicionados em germinador à temperatura de 25 °C, sob fotoperíodo de 12 horas. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento e as avaliações ocorreram aos 4 e 10 dias (Brasil, 2009). Foram avaliadas as plântulas normais, plântulas anormais e infeccionadas. Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

Envelhecimento acelerado: foi utilizado o método tradicional por meio do envelhecimento das sementes em caixas plásticas tipo gerbox contendo tela metálica. No interior de cada gerbox continha 40 mL de água destilada e as sementes foram depositadas sobre tela metálica formando uma camada única. Posteriormente, as caixas tampadas foram mantidas em câmara tipo BOD a 43 °C por 72 horas (Marcos Filho, 1999). Em seguida, quatro repetições de 50 sementes foram submetidas ao teste de germinação conforme metodologia descrita (Brasil, 2009). A avaliação foi realizada aos quatro dias após a semeadura, sendo avaliada as plântulas normais e os resultados expressos em porcentagem (%).

Condutividade Elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$): o vigor das sementes foi avaliado indiretamente por meio da determinação da quantidade de lixiviados na solução de embebição. Quatro repetições de 50 sementes foram colocadas em copos plásticos descartáveis (capacidade de 200 ml), sendo as amostras previamente pesadas em balança de precisão (0,001g). Posteriormente, foi adicionado 25 ml de água deionizada nos copos contendo as sementes e acondicionados em câmara de germinação previamente regulada a 30 °C por 16 horas (Marques e Dutra, 2018). Após o período de embebição, os recipientes foram retirados da câmara e a solução contendo as sementes foram agitadas para uniformização dos lixiviados. Imediatamente procedeu-se à leitura em condutivímetro MCA 150, com eletrodo constante 1, cujos dados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de semente.

Massa seca: realizada aos 10 dias a partir das plântulas normais provenientes do teste de germinação. As plântulas foram submetidas a secagem na temperatura de 65 °C durante 72 horas em estufa de circulação forçada de ar. Após esse período o material foi pesado em balança de precisão de 0,001g. Os resultados foram expressos em g/plântula.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4×3 (tratamento de sementes \times períodos de armazenamento), sendo as zonas de manejo analisadas de forma independente. Para a análise estatística dos dados foi utilizado o teste F e a análise variância a 5% de probabilidade, e na ocorrência de efeitos significativos as médias foram comparadas pelo teste de Scott- Knott a 5% de significância, utilizando o software SISVAR 5.0 (Ferreira, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade fisiológica das sementes de sorgo das duas áreas de manejo foi influenciada pelos tratamentos químicos e períodos de armazenamento. O teor de água das sementes de sorgo das zonas de alto e baixo manejo pode ser observado na Figura 2A e 2B, respectivamente.

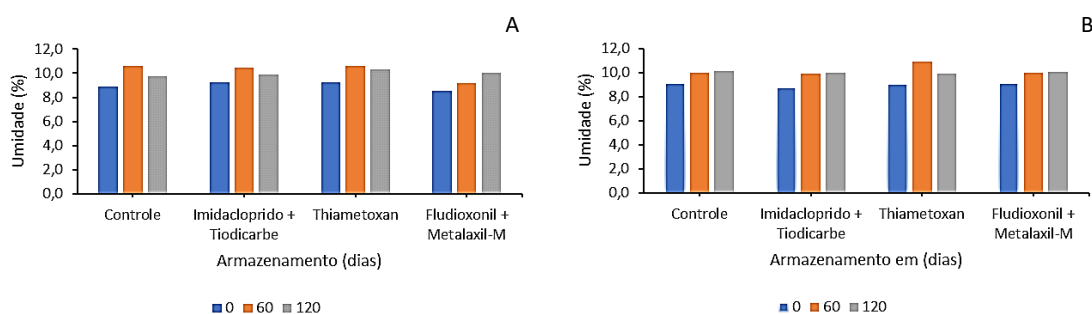


Figura 2. Teor de água de sementes de sorgo produzidas em zonas de alto (A) e baixo (B) manejo, tratadas com diferentes tratamentos químicos em função do período de armazenamento.

De modo geral é possível observar que as sementes antes do armazenamento possuíam teor de água em torno de 8%, independente da zona de manejo e do tratamento químico realizado (Figura 1A e 1B). A diferença entre o menor e o maior percentual foi de apenas 1%, garantindo confiabilidade nos resultados das avaliações do potencial fisiológico das sementes. Marcos Filho (2015) enfatizou que amostras com diferenças entre 1 e 2% do teor de água não comprometem os resultados e os testes podem ser realizados.

Após o armazenamento, as sementes de sorgo das zonas de alto e baixo manejo, tiveram teor de água variando entre 9% e 10%, sendo em média cerca de 1% a 2% acima do teor de água apresentando antes do armazenamento. Esse aumento deve-se provavelmente a umidade relativa do ar nos períodos de 60 e 120 dias de armazenamento e, conseqüentemente aumento no teor de água das sementes para restabelecer o equilíbrio higroscópico. Entretanto, vale destacar que as sementes produzidas na zona de baixo manejo (Figura 1B), tratadas com Thiametoxam aos 60 dias de armazenamento apresentaram teor de água de 10,9%, sendo superior aos demais tratamentos de sementes.

Esse aumento no grau de umidade ocorre devido à higroscopicidade das sementes, que determina sua capacidade de estar em permanente troca de água com a atmosfera que a rodeia (Carvalho, 1994). A predominância do fluxo de água é determinada pelo gradiente de potencial hídrico entre as sementes e o ar atmosférico. Quando a diferença

de potencial é nula, cessa o processo de transferência de água e as sementes entram em equilíbrio higroscópico com o meio que proporciona um processo dinâmico de troca de umidade com o ar circundante, até que seja atingido o ponto de equilíbrio higroscópico (Carvalho, 1994).

No período que antecedia o armazenamento (zero dias) das sementes de sorgo, os tratamentos químicos não influenciaram na germinação independente da zona de manejo que as sementes foram produzidas (Figura 3A e 3B). Dan et al. (2010) também relataram níveis adequados de germinação para as sementes de soja em tempo zero de armazenagem, utilizando os inseticidas Thiametoxam, Imidacloprid + Thiodicarb e Fipronil no tratamento das sementes.

A germinação das sementes de sorgo da zona de alto manejo foi reduzida aos 120 dias de armazenamento quando foi realizado os tratamentos com Imidaclopride + Tiodicarb e com Thiametoxan (Figura 3A). Fessel et al. (2003) observaram que o tratamento de sementes de milho, com diversos inseticidas provocou efeito negativo sobre a germinação das sementes e este efeito intensificou-se com o prolongamento do período de armazenamento.

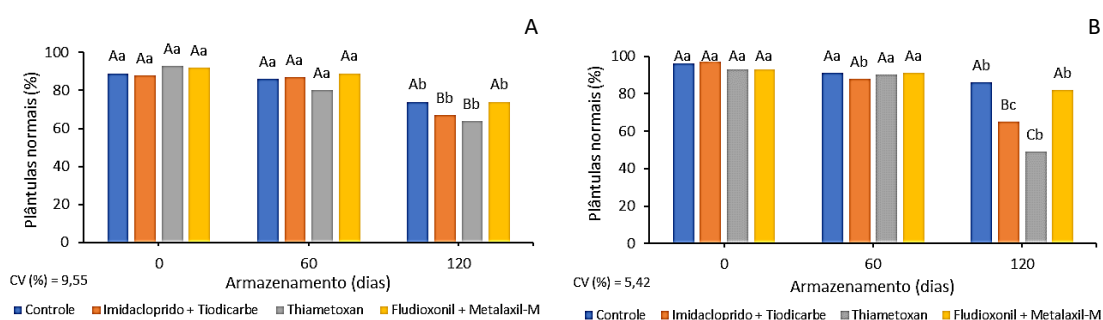


Figura 3. Germinação (%) de sementes de sorgo produzidas em zonas de alto (A) e baixo (B) manejo, tratadas com diferentes tratamentos químicos em função do período de armazenamento. *Médias seguidas de mesma letra maiúscula para tratamentos de sementes e letra minúscula para períodos de armazenamento não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

As sementes produzidas na zona de baixo manejo e tratadas com Imidaclopride + Tiodicarb e Thiametoxan também apresentaram decréscimo da porcentagem de germinação (Figura 3B). Entretanto, é possível observar que no tratamento com Imidaclopride + Tiodicarb, aos 60 dias de armazenamento, já havia promovido decréscimo da germinação. O tratamento com Thiametoxan apresentou maior toxidez as sementes aos 120 dias de armazenamento (Figura 3B). Os tratamentos com Imidaclopride + Tiodicarb, Acetamipride e Thiametoxan foram relatados por Carvalho et al. (2020)

causando redução da germinação e desenvolvimento das plântulas de soja, independe da época de aplicação do tratamento. Isso confirma que algumas moléculas de inseticidas podem apresentar toxicidade em análises fisiológicas, principalmente em substrato de papel (Brzezinski et al., 2015; Ferreira et al., 2016; Santos et al., 2018).

Tanto nas zonas de alto como de baixo manejo produtivo, o tratamento de sementes com Fludioxonil + Metalaxil-M, aos 120 dias de armazenamento, não comprometeu a qualidade das sementes de sorgo, não se diferenciando estatisticamente do tratamento controle (água).

Em relação a porcentagem de plântulas anormais é possível observar que na zona de alto manejo, os tratamentos de sementes não diferiram estatisticamente no período antecedente ao armazenamento (Figura 4A).

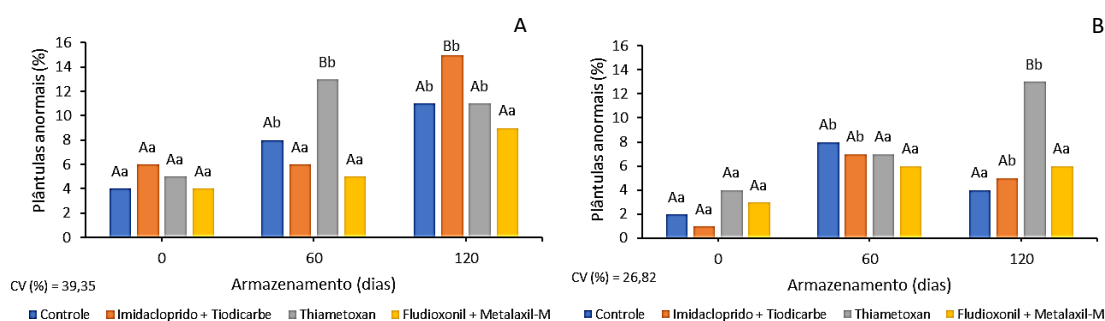


Figura 4. Plântulas anormais (%) avaliadas no teste de germinação de sementes de sorgo produzidas em zonas de alto (A) e baixo (B) manejo, tratadas com diferentes tratamentos químicos em função do período de armazenamento. *Médias seguidas de mesma letra maiúscula para tratamentos de sementes e letra minúscula para períodos de armazenamento não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

É possível verificar ainda, que houve baixo percentual de plântulas anormais avaliadas no teste de germinação. No tratamento com Thiametoxan é possível observar uma maior porcentagem de plântulas anormais aos 60 dias de armazenamento, possivelmente, esse efeito ocasionado pela toxidez e deterioração das sementes. Ainda para as sementes produzidas na zona de alto manejo, pode ser verificado aos 120 dias, que o tratamento com Imidaclopride + Tiodicarb apresentou um maior percentual de plântulas anormais. Rocha et al. (2020) observaram que os tratamentos de sementes de soja com moléculas inseticidas afetam a germinação e avaliação de plântulas, com maior fitotoxicidade em relação a moléculas fungicidas, principalmente em métodos de análise com água abundante e prontamente disponível.

Para as sementes de sorgo produzidas na zona de baixo manejo e tratadas com Imidaclopride + Tiodicarb ocorreu o aumento de plântulas anormais aos 60 dias de

armazenamento, porém, aos 120 dias não foi verificada diferença estatística desses períodos (Figura 4B). Nas sementes tratadas com Thiametoxan aos 120 dias de armazenamento foi possível observar na avaliação do teste de germinação uma maior porcentagem de plântulas anormais (Figura 4B). Isso possivelmente foi decorrente dos efeitos deletérios da deterioração e da fitotoxidez. Entretanto, vale ressaltar que efeitos fisiológicos benéficos via o tratamento de sementes com Thiametoxam foram relatados por Castro et al. (2008).

O tratamento com Fludioxonil + Metalaxil-M não se diferenciou estatisticamente nos períodos de armazenamento (0, 60 e 120 dias), tanto para as sementes produzidas na zona de alto manejo, quanto na zona de baixo manejo. Isso reforça o efeito menos agressivo dos fungicidas quanto a fitotoxidez no tratamento das sementes (Rocha et al., 2020).

Em relação as plântulas infecionadas, ou seja, aquelas resultantes de infecção fúngica, é possível verificar que as sementes provenientes da zona de alto manejo apresentavam baixo percentual de infecção no período zero de armazenamento (Figura 5A). Porém, aos 120 dias de armazenamento houve maior infecção nos tratamentos controle, seguido de Imidaclopride + Tiodicarb e Thiametoxan. Possivelmente, esse aumento é em decorrência de fungos de armazenamento do gênero *Penicillium* e *Aspergillus* que podem comprometer a qualidade sanitária das sementes armazenadas.

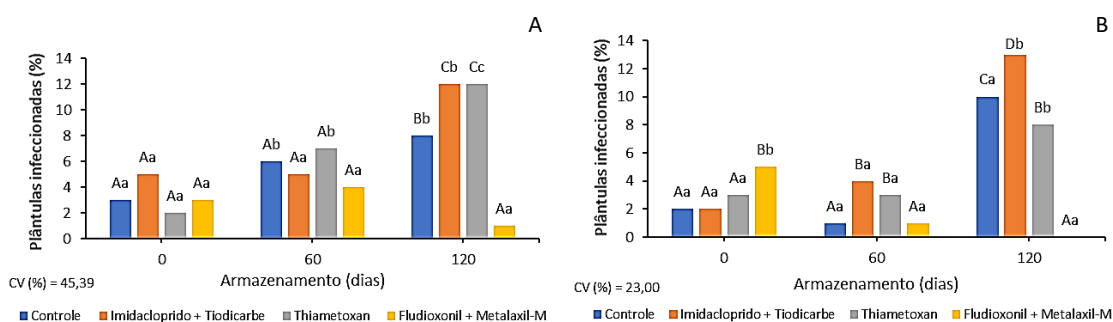


Figura 5. Plântulas infecionadas (%) avaliadas no teste de germinação de sementes de sorgo produzidas em zonas de alto (A) e baixo (B) manejo, tratadas com diferentes tratamentos químicos em função do período de armazenamento. *Médias seguidas de mesma letra maiúscula para tratamentos de sementes e letra minúscula para períodos de armazenamento não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Esse mesmo comportamento foi verificado aos 120 dias para as sementes de sorgo provenientes da zona de baixo manejo, nos quais o tratamento controle e com inseticidas apresentaram maior porcentagem de plântulas infecionadas (Figura 5B). O tratamento

das sementes com o fungicida Fludioxonil + Metalaxil-M não permitiu o avanço da infecção fúngica, tanto nas sementes produzidas na zona de alto, quanto de baixo manejo.

Ainda é possível observar na Figura 5B que antes do armazenamento (zero dias) as sementes tratadas com Fludioxonil + Metalaxil-M apresentaram maior porcentagem de plântulas com infecção. Esse fato pode ter ocorrido devido o produto não ter tido tempo hábil para promover seu efeito de ação fungitóxico, pois, após 48 horas do tratamento se iniciou as avaliações da qualidade de sementes. Entretanto, vale ressaltar que aos 120 dias de armazenamento não foram verificadas plântulas infeccionadas provenientes de sementes de sorgo da zona de baixo manejo (Figura 5B) constatando o efeito erradicante do fungicida Fludioxonil + Metalaxil-M.

Em relação ao vigor das sementes avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado verifica-se redução na medida que avançam os períodos de armazenamento com o tratamento químico (Figura 6A e 6B). O vigor das sementes quando foi realizado o tratamento com Fludioxonil + Metalaxil-M não diferiu do tratamento controle aos 60 e 120 dias de armazenamento para ambas as zonas de manejo. Nas sementes provenientes das zonas de alto e baixo manejo tratadas com Thiametoxam é possível verificar a redução do vigor aos 60 dias de armazenamento.

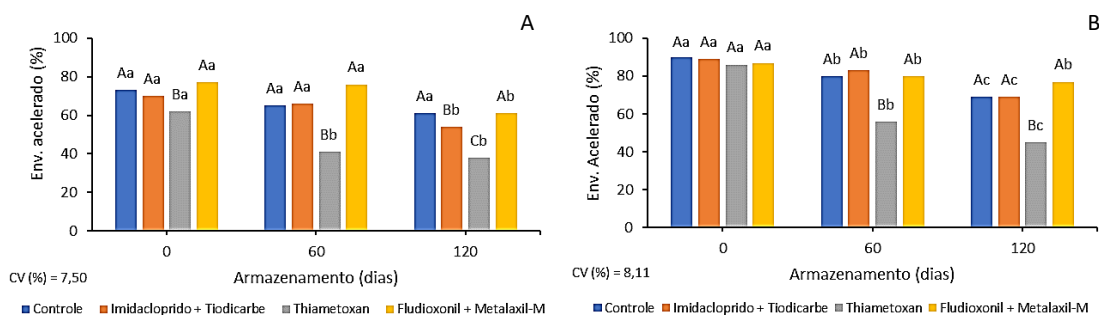


Figura 6. Envelhecimento acelerado (%) de sementes de sorgo produzidas em zonas de alto (A) e baixo (B) manejo, tratadas com diferentes tratamentos químicos em função do período de armazenamento. *Médias seguidas de mesma letra maiúscula para tratamentos de sementes e letra minúscula para períodos de armazenamento não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Contudo, aos 120 dias de armazenamento das sementes produzidas na zona de baixo manejo (Figura 6B), o tratamento com Thiametoxam reduziu ainda mais o vigor das sementes, diferindo estatisticamente, dos outros períodos de armazenamento. Dan et al. (2010) relataram que após o tratamento das sementes com os inseticidas e houve reduções na porcentagem de plântulas normais obtidas pelo teste de envelhecimento acelerado e isso ficou mais evidenciado na medida que ocorreu o aumento dos dias de

armazenamento. Dan et al. (2010) ainda afirmaram que apesar de terem ocorrido reduções no vigor com o aumento do período de armazenamento, foi possível constatar níveis de acima de 80% em sementes de soja, tratadas com os inseticidas Fipronil, Thiametoxam, Imidacloprid e Imidacloprid + Thiodicarb. Em ambas as zonas de manejo ocorreram reduções no vigor das sementes de sorgo abaixo deste percentual.

Pelo teste de condutividade elétrica, no início do período de armazenamento, as sementes da zona alta não diferiram em relação ao tratamento de sementes (Figura 7A).

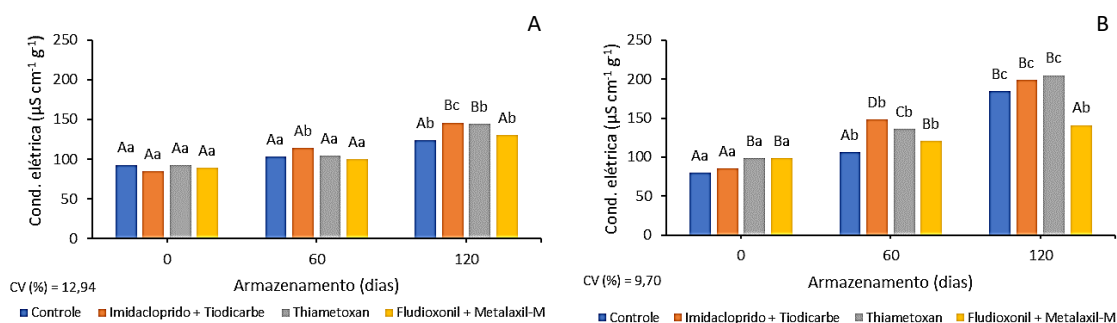


Figura 7. Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de sementes de sorgo produzidas em zonas de alto (A) e baixo (B) manejo, tratadas com diferentes tratamentos químicos em função do período de armazenamento. *Médias seguidas de mesma letra maiúscula para tratamentos de sementes e letra minúscula para períodos de armazenamento não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

As sementes tratadas com Imidacloprid + Tiodicarb tiveram aumento da condutividade elétrica aos 60 dias quando comparado ao período anterior de armazenamento. Os tratamentos com os inseticidas, Imidacloprid + Tiodicarb e Thiametoxam, apresentaram lixiviação de aproximadamente $150 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, diferindo dos tratamentos controle e Fludioxonil + Metalaxil-M (Figura 7A). Isso indica o efeito deletério nas sementes provocado pela deterioração associado aos tratamentos inseticidas contribuindo para a redução do vigor. Para Horii et al. (2007), decréscimos da viabilidade e do vigor de sementes tratadas com inseticidas podem ser atribuídos às danificações na membrana.

Na Figura 7B, no período zero de armazenamento, a condutividade elétrica das sementes foi maior nos tratamentos com Thiametoxam e Fludioxonil + Metalaxil-M. Houve diferença estatística na avaliação da condutividade elétrica entre os tratamentos de sementes com 60 dias de armazenamento. O tratamento controle apresentou menor condutividade elétrica, portanto maior vigor de sementes. Na sequência seguem os tratamentos com Fludioxonil + Metalaxil-M, Thiametoxam e Imidacloprid + Tiodicarb, sendo este último o de maior condutividade elétrica. No entanto, aos 120 dias de

armazenamento apenas o tratamento com Fludioxonil + Metalaxil-M se diferenciou dos demais. Os tratamentos inseticidas e controle apresentaram lixiviação de aproximadamente $200 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ indicando um menor vigor de sementes (Figura 7B). A maior condutividade elétrica do tratamento controle, possivelmente pode estar atribuído a fungos de armazenamento.

Valores altos de condutividade elétrica podem indicar que as sementes podem estar em um processo maior de deterioração, do contrário, indicam que as sementes possuem alta qualidade fisiológica, em função das membranas celulares estarem organizadas ou possuem a capacidade de se reorganizar, indicando um processo menos avançado de deterioração (Marcos Filho, 2015). Vale ressaltar que o tratamento de sementes não contribuiu para o aumento de lixiviados no teste de condutividade elétrica. Vazquez et al. (2014) verificaram que os tratamentos de sementes de milho com Imidaclopride + Tiodicarb, Thiametoxam, Fludioxonil + Metalaxil-M, entre outros inseticidas e fungicidas não interferiram nos resultados do teste de condutividade elétrica.

Em relação a massa seca de plântulas é possível verificar que sementes provenientes da zona de alto manejo não diferiram estatisticamente quanto ao tratamento de sementes no período zero de armazenamento (Figura 8A). Contudo, as sementes do tratamento controle, aos 120 dias de armazenamento, apresentaram maior massa seca, seguido dos tratamentos com Imidaclopride + Tiodicarb e Fludioxonil + Metalaxil-M que não se diferiram, já o tratamento com Thiametoxam apresentou a menor massa seca de sementes.

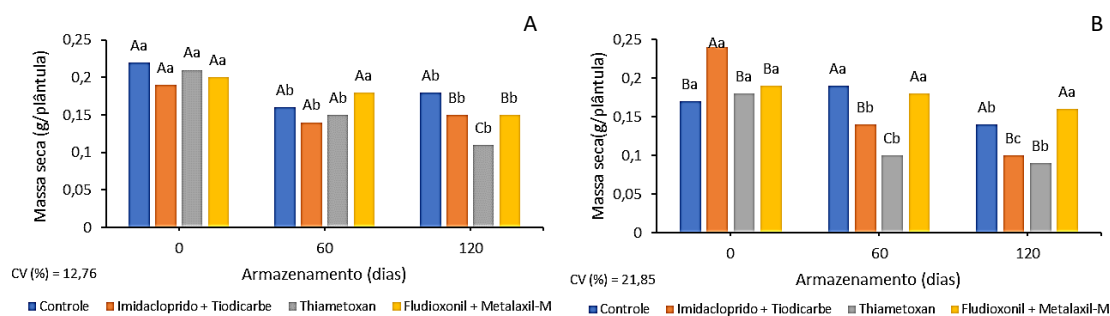


Figura 8. Massa seca de plântulas (g/plântula) de sementes de sorgo produzidas em zonas de alto (A) e baixo (B) manejo, tratadas com diferentes tratamentos químicos em função do período de armazenamento. *Médias seguidas de mesma letra maiúscula para tratamentos de sementes e letra minúscula para períodos de armazenamento não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Na Figura 8B, referente a zona de baixo manejo, as sementes tratadas com Imidaclopride + Tiodicarb possuíam maior massa seca no período zero de

armazenamento, diferindo dos demais tratamentos. No entanto, houve decréscimo 42% da massa seca das sementes de sorgo tratadas com esse inseticida aos 60 dias de armazenamento. Vale ressaltar também que a massa seca decresceu ainda um pouco mais aos 120 dias de armazenamento. No tratamento com Thiametoxam a redução de massa seca foi de 45% nos períodos de 60 e 120 dias armazenamento. Ludwig et al. (2011) relataram uma redução de 26% na matéria seca de plântulas provenientes de sementes de soja tratadas com fungicidas e inseticidas e armazenados por até 120 dias; as sementes apresentaram redução na capacidade de translocação de reservas para o embrião (Pereira et al., 2018).

De modo geral os tratamentos de sementes com os inseticidas Imidaclopride + Tiodicarb e Thiametoxam comprometeram a qualidade das sementes de sorgo a partir de 60 dias de armazenamento com decréscimo da germinação e do vigor em ambas as zonas de manejo. Vale ressaltar que nesses tratamentos foram verificados os maiores teores de água e isso contribuiu para o aumento da respiração das sementes promovendo maior consumo de reservas acelerando o processo de deterioração. Ressalta-se ainda que houve decréscimo da germinação, redução de vigor avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado e aumento da condutividade elétrica indicando alterações no sistema de membranas. Todas essas manifestações são decorrentes da deterioração das sementes e podem ser potencializadas pelo efeito da fitotoxidez. Assim, Zambon (2013) e Strieder et al. (2014) recomendaram realizar o processo de tratamento de sementes no máximo 60 dias antes do início da semeadura, para minimizar possíveis efeitos tóxicos nas plantas das misturas aplicadas nas sementes.

4. CONCLUSÕES

Os tratamentos de sementes de sorgo com inseticidas causam maior fitotoxidez no armazenamento em ambas as zonas de manejo ao contrário do tratamento fungicida. Sementes produzidas em zonas de alto manejo possuem alta qualidade fisiológica e com menor deterioração no armazenamento. Sementes de sorgo produzidas em zonas de baixo manejo tratadas com inseticidas mediante aumento dos períodos de armazenamento apresentam menor vigor devido a deterioração das sementes.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.
- BRZEZINSKI, C., ABATI, J., HENNING, F., ZUCARELI, C., HENNING, A., GIORDANI, W., & FRANÇA NETO, J. B. Desenvolvimento de plântulas de soja em função do tratamento químico e épocas de armazenamento de sementes. In: Embrapa Soja - Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Congresso brasileiro de soja, 7.; MERCOSOJA, 2015, Florianópolis. Tecnologia e mercado global: perspectivas para soja: anais. Londrina: Embrapa Soja, 2015.
- CARVALHO, E. R. et al. Phytotoxicity in soybean seeds treated with phytosanitary products at different application times. *Journal of Seed Science*. 2020, v. 42, e202042036. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v42237847>
- CARVALHO, N. M. A secagem de sementes. Jaboticabal: FUNEP, 1994.
- CASTRO, P.R.C.; PEREIRA, M.A. Bioativadores na agricultura. In: Gazzoni, D.L. (Ed.). Tiametoxam: Uma revolução na agricultura brasileira. Petrópolis: Vozes, 2008. p.118-126.
- DAN, L.G. M.; DAN, H. A.; BARROSO, A.L.L.; BRACCINI, A. L. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 32, nº 2 p. 131-139, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222010000200016>
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- FERREIRA, T.F.; OLIVEIRA, J.A.; CARVALHO, R.A.D.; RESENDE, L.S.; LOPES, C.G.M.; FERREIRA, V.D.F. Quality of soybean seeds treated with fungicides and insecticides before and after storage. *Journal of Seed Science*, v.38, n.4, p.278-286, 2016. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v38n4161760>
- FESSEL, S. A.; MENDONÇA, E. A. F.; CARVALHO, R. V.; VIEIRA, R. D. Efeito do tratamento químico sobre a conservação de sementes de milho durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, p. 25-28, Brasília, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222003000100005>
- HORII, A.; McCUE, P.; SHETTY, K. Enhancement of seed vigour following insecticide and phenolic elicitor treatment. *Bioresource Technology*. v.98, n.3, p.623- 632, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.02.028>
- LOPES, J. C.; MARTINS FILHO, S., TAGLIAFERRI, C.; RANGEL, O. J. P. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em Alegre-ES. *Revista Brasileira de Sementes*, v.24, p.51-58, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222002000100008>
- LUDWIG, M.P.; LUCCA-FILHO, O.A.; BAUDET, L.; DUTRA, L.M.C.; AVELAR, S.A.G.; CRIZEL, R.L. Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. *Revista Brasileira de Sementes*, v.33, n.3, p.395- 406, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222011000300002>

- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F, O. M RODRIGUES, J. A. S. Ecofisiologia. In: Cultivo do Sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2. <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo/ecofisiologia.htm>. 26 Nov. 2007.
- MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ. 495p.: il. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, v. 12, 2015
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-24
- MARQUES, A. R.; DUTRA, A. S. Metodologia do teste de condutividade elétrica em sementes de sorgo granífero. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Ceará, v. 17, n. 1, p. 147-156, jan. /2018. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v17n1p147-156>
- MILANI, L.; SOUZA, E. G. DE; URIBE-OPAZO, M. A.; GABRIEL FILHO, A.; JOHANN, J. A.; PEREIRA, J. O. Unidades de manejo a partir de dados de 25 produtividade. Acta Scientiarum Agronomy, v.28, n.4, p.591-598, 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3030/303026571004.pdf>. Acesso em: 05 mar.2021. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v28i4.937>
- NUNES, Julia Nascimento. Produtividade e qualidade de sementes de soja em diferentes zonas de manejo e densidade de plantio. Dissertação (graduação em agronomia) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 1-26, jun./2021.
- OLIVEIRA, L.J.; CRUZ, I. Efeito de diferentes inseticidas e dosagens na germinação de sementes de milho (*Zea mays* L.). Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.21, p.578-585, 1986.
- PEREIRA, L.C.; GARCIA, M.M.; BRACCINI, A.L.; FERRI, G.C.; SUZUKAWA, A.K.; MARTELI, D.C.V.; CORREIA, L.V. Physiological potential of soybean seeds over storage after industrial treatment. Journal of Seed Science, v.40, n.3, p.272-280, 2018. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v40n3185104> <https://doi.org/10.1590/2317-1545v40n3185104>
- PONTIERI P., TROISI, J., ROMANO, R., PIZZOLANTE, G., BEAN, S. R., M., MOTTO, M., ALETTA, M., GIUDICE, F. D., SICARDI, M., ALIFANO, P., & GIUDICE, L. D (2020), Nutritional composition of a selected White food grade waxy sorghum variety grown in Mediterranean environment. Australian Journal of Crop Science, 14(9), 1525-1532. <https://doi.org/10.21475/ajcs.20.14.09.p2783>
- PRAMONO, E. *et al.* Produtividade de sementes de vários genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) colhidos em consórcio com mandioca (*Manihot utilisima* L.) em relação ao monocultivo e soca. Journal of Agricultural Science, v. 1, p. 1-12, 2018.
- REIS, L. R. Utilização da condutividade elétrica para estabelecimento de zonas de manejo em um latossolo amarelo-escuro. 2005. 58 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2005.
- 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, v. 44, e020119, 2020. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202044020119>

SANTOS, M. E. P. Qualidade de sementes de soja em zonas de manejo com diferente potencial produtivo. Dissertação (graduação em agronomia) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 1-36, nov. /2021.

SANTOS, S.F.; CARVALHO, S.F.; 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. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v40n1185370>

STRIEDER, G.; FOGUESATTO, RJ; GADOTTI, GI; LUZ, MLGS; LUZ, CA; GOMES, MC; SCHERER Estudo técnico e de plantas industriais, para plantas industriais de uma unidade de soja de sementes de e trigo. *Informativo Abrates*, v.24, n.3, p.118-123, 2014.

VAZQUEZ, G. H.; CARDOSO, R. D., PERES A. R. Tratamento químico de sementes de milho e o teste de condutividade elétrica. *Bioscience Journal*, v. 30, n. 3, p. 773-781, 2014.

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