



**ALINE DOS SANTOS ZAQUEU**

**TEOR DE ÁGUA DAS SEMENTES DE SOJA NO MOMENTO  
DO TRATAMENTO E SEUS EFEITOS SOBRE A QUALIDADE  
FISIOLÓGICA NO ARMAZENAMENTO**

**LAVRAS-MG**

**2022**

**ALINE DOS SANTOS ZAQUEU**

**TEOR DE ÁGUA DAS SEMENTES DE SOJA NO MOMENTO DO TRATAMENTO E SEUS EFEITOS SOBRE A QUALIDADE FISIOLÓGICA NO ARMAZENAMENTO**

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

Prof. Dr. Everson Reis Carvalho  
Orientador

Ms. Amanda Carvalho Penido Nardelli  
Coorientador

**LAVRAS - MG**

**2022**

**ALINE DOS SANTOS ZAQUEU**

**TEOR DE ÁGUA DAS SEMENTES DE SOJA NO MOMENTO DO TRATAMENTO E SEUS EFEITOS SOBRE A QUALIDADE FISIOLÓGICA NO ARMAZENAMENTO**  
**WATER CONTENT ON SOYBEAN SEEDS AT THE TIME OF TREATMENT AND ITS EFFECTS ON THE PHYSIOLOGICAL QUALITY IN STORAGE**

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

Ms. Debora Kelli Rocha - UFLA

Ms. Inara Alves Martins - UFLA

Prof. Dr. Everson Reis Carvalho

Orientador

Ms. Amanda Carvalho Penido Nardelli

Coorientador

**LAVRAS – MG**

**2022**

*A Deus, meu conselheiro incansável  
Aos meus pais e a minha irmã, fonte de  
perseverança e força para minha vida  
Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço a Deus pela oportunidade de concretizar esse sonho e por me amparar nos momentos difíceis, dando-me força e ensinando-me a ser resiliente frente às tribulações.

Agradeço a minha mãe, Nilza, por transmitir seu amor puro e verdadeiro, me fazendo crer que tudo valeria a pena (e valeu mesmo). Você sempre será meu maior exemplo de afeto e carinho.

Agradeço ao meu pai, Mauri, por nunca ter medido esforços para que eu realizasse meus sonhos. Você sempre foi o combustível que me impulsionou a não desistir.

Agradeço a minha irmã, Karina, por ser meu braço direito e meu ombro amigo todos os dias, mesmo distante fisicamente. Você é a melhor amiga que eu poderia ter.

Agradeço as minhas avós, Ana Vitória e Maria Aparecida por serem os maiores exemplos de fé que encontrei na vida. A simplicidade e a ternura de vocês me ensinaram o que é ser uma mulher forte e, ao mesmo tempo, delicada.

Agradeço aos meus avôs, Benedito (*in memorian*) e Sebastião (*in memorian*) por serem modelo de superação, força e humildade. O brilho que vocês possuem jamais se apagará de minha memória.

Agradeço as minhas tias, tios, primos, primas, padrinhos e madrinhas, por fazerem parte dessa trajetória e por comemorarem as minhas conquistas. Cada um em sua particularidade pôde me amparar e dar forças para chegar até aqui.

Agradeço ao meu namorado, Eduardo, por me mostrar o real significado de companheirismo e determinação. Seu amor e carinho são um porto seguro para minha vida.

Agradeço as minhas amigas, Aléxias, Natália e Gabriela, por serem irmãs que a vida me concedeu. Nem a distância nem o tempo serão capazes de diminuir meu carinho por vocês.

Agradeço aos amigos que conquistei na UFLA, em especial nos grupos PET Agronomia, NEO e NESEM e na Atlética de Agronomia Tatuzada. As experiências que vivenciei nesses grupos me fizeram evoluir pessoal e profissionalmente.

Agradeço aos amigos e amigas que Lavras me deu, a todos do período 2017/01, as companheiras de apartamento, aos amigos do grupo Rehagro, e em especial: Gabriela, Bruna, Pedro, Vinicius, Samanta, Giovana, Amanda, Joyce, Layla, Thais Farias, Ana Julia, Natália, Thais Campos e Inara.

Agradeço a minha banca examinadora, ao meu orientador e em especial à Amanda, por todo carinho e empenho para me auxiliar na escrita e no desenvolvimento deste trabalho. Sem vocês esse sonho não seria concretizado.

Agradeço a Universidade Federal de Lavras, aos professores e colaboradores, por me educarem e viabilizarem o início, meio e fim dessa grande conquista.

A todos, o meu muito obrigado!

## RESUMO

O tratamento de sementes é essencial para garantir a emergência das plântulas e estande da cultura da soja. No entanto, o teor de água das sementes de soja durante a execução do tratamento é um fator importante a ser avaliado, pois está diretamente ligado à conservação das mesmas, além da temperatura e umidade relativa do ar que também influenciam diretamente no armazenamento das sementes. Sendo assim, o objetivo foi avaliar a influência do teor de água no momento do tratamento químico de sementes de soja e seus efeitos na qualidade fisiológica ao longo do armazenamento em diferentes condições. Foram utilizados os teores de água de 7%, 9%, 11%, 13% e 15%. Todas as sementes foram tratadas com Fortenza® Duo, além da adição de polímero e pó secante. Após o tratamento, as sementes foram armazenadas em câmaras com o controle da temperatura de 10 °C, 20 °C, 30 °C e alternada de 20-30 °C. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 5 x 4 x 4 (5 teores de água, 4 temperaturas e 4 períodos de armazenamento). A qualidade fisiológica foi avaliada aos 0, 45, 90 e 135 dias, por meio dos testes de teor de água, germinação, emergência de plântulas, envelhecimento acelerado modificado em substrato e teste de tetrazólio para avaliação do vigor e danos mecânicos. O teor de água inicial influencia na qualidade das sementes de soja tratadas durante o período de armazenamento, sendo que sementes armazenadas com teor de água inicial acima de 13% apresentam maior perda de qualidade ao longo do armazenamento. O armazenamento em condições amenas de temperatura (10 °C) proporciona melhor conservação da qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas. O tratamento de sementes com teores de água abaixo de 9% favorece a incidência de danos mecânicos. No tratamento químico de sementes de soja com teores de água abaixo de 9% são potencializados os danos de embebição quando da imediata avaliação no teste de germinação.

**Palavras-chave:** *Glycine max*, qualidade de sementes, *seed safety*, umidade, vigor.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Teor de água (%) de sementes de soja tratadas, em diferentes teores de água, temperaturas e períodos de armazenamento. ....	22
Figura 2: Germinação (%) de sementes de soja tratadas, em diferentes teores de água, temperaturas e períodos de armazenamento. ....	25
Figura 3: Porcentagem de emergência em sementes de soja tratadas, em diferentes teores de água, temperaturas e períodos de armazenamento. ....	27
Figura 4: Porcentagem de plântulas normais, após envelhecimento acelerado, em sementes de soja tratadas, em diferentes teores de água, temperaturas e períodos de armazenamento. ....	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Produtos que constituem a receita de Fortenza® Duo.....	19
Tabela 2: Teor de água de sementes de soja, sob diferentes temperaturas e períodos de armazenamento .....	21
Tabela 3: Porcentagem de germinação de sementes de soja tratadas, oito dias após a semeadura, em diferentes temperaturas e períodos de armazenamento.....	24
Tabela 4: Porcentagem de emergência de sementes de soja, oito dias após a semeadura, em diferentes temperaturas e períodos de armazenamento.....	26
Tabela 5: Porcentagem de emergência de sementes de soja, após envelhecimento acelerado, em diferentes temperaturas e períodos de armazenamento.....	28
Tabela 6: Incidência de danos mecânicos em sementes de soja com diferentes teores de água e temperaturas de armazenamento. ....	30
Tabela 7: Incidência de danos mecânicos em sementes de soja com diferentes teores de água e períodos de armazenamento.....	31
Tabela 8: Porcentagem de vigor pelo teste de tetrazólio em sementes de soja com diferentes teores de água e temperaturas de armazenamento. ....	31
Tabela 9: Porcentagem de vigor pelo teste de tetrazólio em sementes de soja com diferentes temperaturas e períodos de armazenamento. ....	32



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	10
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	11
<b>2.1</b>	<b>A cultura da soja</b> .....	11
<b>2.2</b>	<b>Qualidade de sementes</b> .....	12
<b>2.3</b>	<b>Teor de água e o tratamento químico</b> .....	14
<b>2.4</b>	<b>Armazenamento de sementes de soja</b> .....	16
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	18
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	20
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	32
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	33

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A soja é uma das principais commodities que movimentam grande parte da economia do mundo, inclusive do Brasil, o qual ocupa a primeira posição no ranking dos maiores produtores da cultura (CONAB, 2021). Sua importância no cenário mundial tem motivado pesquisas de diversas áreas, sobretudo as que são voltadas ao aumento de produtividade e redução dos custos de produção. Na busca por melhores resultados, o investimento tem sido grande por parte dos produtores que, para alavancarem a produção, investem em manejo de pragas e doenças, correção do solo e principalmente, na aquisição de sementes de qualidade.

A qualidade de sementes é um fator determinante no processo produtivo e garante estandes uniformes, aumentando as chances de sucesso da cultura. Além disso, a semente carrega consigo um pacote de tecnologia e inovação que foi obtida através de estudos no melhoramento genético, permitindo assim alcançar altas produtividades (FERREIRA et al., 2016).

Durante todo o processo de produção de sementes, existem diversos fatores que são determinantes para obtenção de sementes de elevada qualidade e estes devem ser realizados de maneira correta. Na pós colheita, uma ferramenta importante para o processo produtivo é o tratamento de sementes com produtos fitossanitários, este que auxilia no manejo de controle de fitopatógenos, principalmente fungos associados às sementes ou aqueles presentes no solo, além de atuar contra o ataque inicial de pragas específicas do solo.

No entanto, é importante que o tratamento químico garanta a sanidade do lote e assegure a expressão de todo o potencial genético, de modo que a escolha do produto evite riscos de danos às sementes (NUNES, 2016). Esses produtos não devem ocasionar prejuízos à qualidade fisiológica, seja imediatamente depois do revestimento ou após o armazenamento (CASTELLANOS et al., 2017). Sabe-se que para determinados produtos o tratamento antecipado à semeadura, dependendo do tempo de armazenamento, pode ser prejudicial à qualidade fisiológica (CARVALHO et al., 2020). Assim, o processo de tratamento de sementes deve manter a qualidade das sementes, principalmente quando existe a necessidade de tratar e armazenar.

Portanto, alguns cuidados durante o tratamento de sementes são necessários para garantir a manutenção da qualidade das mesmas. Um lote de sementes com alta qualidade precisa atender aos atributos físicos, fisiológicos, genéticos e sanitários (RUPPIN et al, 2019). Ligado aos atributos físicos, o teor de água (umidade) pode influenciar nos processos

metabólicos da semente e aumentar sua suscetibilidade a danos mecânicos na colheita e no beneficiamento (CARBONELL et al, 1993).

A longevidade/viabilidade das sementes está diretamente ligada ao teor de água, que depende da temperatura e umidade relativa do ambiente de armazenamento (MBOFUNG et al.,2013). No Brasil, onde a maior concentração de produção e armazenamento de sementes de soja ocorre em regiões tropicais, o empenho para reduzir a temperatura e o manejo do teor de água está se tornando cada vez mais comum (CARVALHO et al., 2016; VIRGOLINO et al., 2016; ZUCHI et al., 2013).

As condições do ambiente de armazenamento podem potencializar ou amenizar a deterioração da qualidade fisiológica de sementes tratadas (“Seed safety”). Apesar da demanda, informações sobre esse atributo físico, teor de água, são escassas em relação ao processo de tratamento químico de sementes e a manutenção da qualidade de sementes armazenadas. É desconhecido o efeito da umidade no momento do tratamento e suas consequências quando levadas ao armazenamento, sob diferentes condições de temperatura.

Diante do exposto, a escassez de informações acerca da umidade no momento do tratamento e suas implicações no “Seed safety” em função da temperatura de armazenamento, o objetivo neste trabalho foi determinar o teor de água ideal na semente para realizar o tratamento fitossanitário e também estudar os efeitos sob a qualidade fisiológica quando submetida ao armazenamento, sob condições de diferentes temperaturas.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 A cultura da soja**

Atualmente, a soja é considerada a principal commodity agrícola do Brasil (APROSOJA, 2020). Segundo Vaz (2020), o mercado da soja e seu processo agroindustrial influenciam diretamente nos aspectos socioeconômicos, através da geração de empregos e da movimentação de diferentes setores da economia brasileira e de outros países. De acordo com o IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2022), o agronegócio brasileiro fechou em superávit no ano de 2021 com saldo de US\$ 105,1 bilhões, 19,8% acima do valor registrado no ano de 2020.

De acordo com a série histórica da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), na safra 1976/1977 o Brasil foi responsável pela produção de 12,145 milhões de toneladas, com uma produtividade média de 1748 quilos por hectare. Mais de 40 anos depois, o país produziu

na safra 2020/2021 cerca de 138,153 milhões de toneladas, atingindo a produtividade média de 3525 quilos por hectare (CONAB, 2022a). Para a safra 2021/2022, estima-se uma produção de pouco mais de 125 mil toneladas do grão (CONAB, 2022b)

O crescente aumento da produção de soja no Brasil é possível devido aos avanços científicos e tecnológicos obtidos na área. O manejo de produção, controle de qualidade, armazenamento e tratamento de sementes são fatores importantes, que contribuíram para esse aumento no setor produtivo (KRZYZANOWSKI et al., 2018).

No cenário mundial, o Brasil lidera o ranking como o maior produtor da oleaginosa, seguido pelos Estados Unidos e Argentina (FAO, 2022). De acordo com dados da ANEC (Associação Nacional dos Exportadores de Cereais, 2022), na safra 2020/2021 o Brasil teve um incremento de 6% nas exportações de soja, sendo 70% do montante produzido, exportado para a China. Ainda segundo o IPEA (2022), o país asiático é o principal destino de produtos como a soja em grãos, carne bovina, suína e de frango, além de celulose, açúcar e algodão.

Contudo, a importância da cultura da soja no cenário mundial tem alavancado estudos em diferentes áreas, sobretudo no setor de sementes, buscando melhores resultados e redução de custos. Observa-se uma crescente necessidade por parte das empresas e dos produtores por resultados de pesquisas, principalmente para aumentar a disponibilidade de cultivares com alto potencial produtivo e de sementes de qualidade (KRZYZANOWSKI et al., 2018). Para sustentar o crescimento da produção é necessário adotar inovações ao sistema produtivo e inserir novas tecnologias para impulsionar o aumento da produtividade, muitas dessas veiculadas às sementes.

## **2.2 Qualidade de sementes**

Uma semente possui boa qualidade quando a associação dos atributos físico, fisiológico, genético e sanitário resultam em uma semente de alto vigor e germinação, garantindo uniformidade de estande, grande potencial produtivo, ausência de sementes de outras espécies e boa sanidade (FRANÇA-NETO et al., 2016; KRZYZANOWSKI et al., 2018).

A qualidade genética compreende a pureza genética, que se caracteriza pelo conjunto de características fenotípicas e genéticas que a identificam e, a pureza varietal, que corresponde a um lote ser formado por uma única variedade, sem misturas de sementes de outras cultivares. Quando a qualidade genética de um lote não é atendida, as misturas fazem com que a maturação dos grãos ocorra de maneira desigual na lavoura, prejudicando a qualidade da matéria prima (GEHLEN, 2015).

A boa qualidade sanitária corresponde a ausência de microorganismos como fungos, vírus, bactérias e nematóides que causam danos ou doenças às sementes. A presença desses fatores afeta o vigor e a germinação das sementes, além de reduzir o rendimento da cultura no campo e introduzir novas doenças em áreas anteriormente saudáveis (TALAMINI et al., 2012).

A qualidade fisiológica representa o vigor e o poder germinativo de um lote de sementes. Segundo o estudo desenvolvido por Henning et al. (2010), sementes com alto vigor tem maior capacidade de mobilizar suas reservas e gerar plantas com maior desempenho inicial. Da mesma maneira, Rodrigues et al. (2018) concluíram que sementes de alto vigor possibilitam a formação de plantas com maior produtividade e melhor estabelecimento da população, além de garantirem melhor desempenho das plantas sob condição de estresse ambiental. Danos de origem mecânica, fitopatogênica e de umidade são responsáveis pela perda de qualidade fisiológica das sementes, levando a um baixo desempenho e produtividade (BRANDELERO et al., 2019).

A qualidade física leva em consideração a pureza física, isto é, o grau de contaminação por material inerte ou sementes de outras espécies e plantas daninhas. A condição de alta pureza física é resultado de uma boa operação de colheita e beneficiamento (PESKE, 2012). A presença de danos mecânicos ou por insetos também prejudicam a qualidade física do lote. Peske (2012) ressalta que os danos mecânicos prejudicam a aparência e a qualidade fisiológica do lote de sementes. A umidade também é um fator ligado diretamente à qualidade física, visto que o teor de água na semente pode influenciar no seu desempenho e acelerar seus processos de deterioração e germinação. Cunha et al. (2019) observaram em seu estudo que sementes da espécie forrageira *Cynophalla flexuosa* (L) J. Presl, sofreram deterioração, perda de vigor e viabilidade após serem submetidas a processos de desidratação através de secagem ao sol e à sombra, o que impossibilitou o armazenamento por períodos longos.

A longevidade/viabilidade das sementes está diretamente ligada ao teor de água, que depende da temperatura e umidade relativa do ambiente de armazenamento (MBOFUNG et al., 2013). No Brasil, onde a maior concentração de produção e armazenamento de sementes de soja ocorre em regiões tropicais, o empenho para reduzir a temperatura e o manejo do teor de água está se tornando cada vez mais comum (CARVALHO et al., 2016; VIRGOLINO et al., 2016; VIRGOLINO et al., 2016; ZUCHI et al., 2013). As condições do ambiente de armazenamento podem potencializar ou amenizar a deterioração da qualidade fisiológica de sementes tratadas (“Seed safety”), porém a relação com o teor de água das sementes no momento do tratamento e ao longo do armazenamento ainda é pouco explorada.

### 2.3 Teor de água e o tratamento químico

A semente é um ser vivo e necessita de condições adequadas de umidade para a manutenção de sua viabilidade. A água, em quantidades ideais, é responsável por manter o metabolismo da semente em baixa atividade, evitando o consumo excessivo de suas reservas, a deterioração e a perda de vigor, mantendo-a viável até o momento do plantio.

O teor de água nas sementes pode influenciar a qualidade fisiológica, e por isso, diversos trabalhos já foram realizados nestes aspectos. Zanatta et al. (2018), ao avaliarem a qualidade fisiológica de sementes de soja colhidas em diferentes períodos de maturação, observaram redução na porcentagem de germinação nos tratamentos em que a colheita foi atrasada. Esse fato pode ser atribuído ao avanço da deterioração das sementes no campo, devido às características genéticas e por fatores bióticos e abióticos, como variações no teor de umidade que geram ganho ou perda de água, contribuindo para a deterioração e maior incidência de danos por umidade.

Zuffo et al. (2017) também constataram que o atraso na colheita favorece a ocorrência de danos por umidade e que sementes de soja colhidas 10 dias após o estágio R8 tiveram seu vigor afetado. A germinação também foi afetada quando a colheita foi realizada a partir de 15 dias após R8. Em outro estudo, Pinheiro (2019) avaliou a deterioração e o vigor de sementes de soja submetidas à deterioração por umidade na fase de pré-colheita e constatou que houve redução no vigor e que os danos no tegumento das sementes causados pela umidade estão diretamente relacionados a essa perda de qualidade fisiológica.

Smaniotto et al. (2014) avaliaram a qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas em diferentes condições de umidade e temperatura. Os autores também concluíram que o teor de água afeta a qualidade das sementes submetidas ao armazenamento, sendo recomendado o armazenamento de sementes com menores teores de água e baixas temperaturas.

Além da qualidade fisiológica, a qualidade física também pode sofrer alterações de acordo com o teor de umidade nas sementes, principalmente durante as etapas de colheita e beneficiamento. França Neto et al. (2007) ressaltam que sementes com teor abaixo de 12% de umidade estão mais suscetíveis a sofrerem danos mecânicos imediatos, como trincas e quebras. Acima de 14% de umidade, as sementes estão mais propensas a sofrerem danos latentes, como amassamentos. Essa constatação foi confirmada por Zagui & Neres (2018) em seu trabalho sobre danos mecânicos e qualidade fisiológica no beneficiamento de sementes de soja, onde foi

possível observar que os tratamentos com teores de água menores que 12%, apresentaram os maiores índices médios de danos mecânicos.

Outro aspecto que pode ser influenciado pelo teor de água é o tratamento de sementes. O tratamento de sementes visa o controle de fitopatógenos associados à semente ou presentes no solo, favorecendo o estabelecimento adequado de plantas no campo diante de condições adversas e evitando sua deterioração (HENNING, 2005). É importante ressaltar que o tratamento não deve causar prejuízos à qualidade fisiológica dessas sementes durante o período de armazenamento.

Existem poucos trabalhos correlacionando o efeito da umidade no tratamento de sementes, tornando-se necessárias novas pesquisas a respeito dessa correlação e da sua influência na qualidade de sementes de soja.

Em sementes de arroz, Schuch (2006), avaliou a qualidade fisiológica e sanitária das sementes com diferentes graus de umidade e submetidas ou não ao tratamento químico com fungicidas. Em sementes avaliadas em pré-armazenamento, a porcentagem de germinação foi maior para sementes tratadas quando comparadas às sementes não tratadas, devido à menor incidência de fungos e que, a alta umidade (teores acima de 15%), associada ao tratamento com fungicida acelera a deterioração das sementes, podendo leva-las à morte em menos de 180 dias, ao serem armazenadas em embalagens herméticas (garrafas de PVC, tipo “pet”).

Silva et al. (2011) também avaliou o efeito do tratamento químico sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de arroz com diferentes teores de água. Os autores observaram efeito benéfico do fungicida na análise pré-armazenamento, aumento da deterioração em sementes tratadas com alta umidade e redução da população de fungos nas sementes.

Em sementes de soja, Dias et al. (2018) avaliaram a influência do teor de água das sementes na resposta ao tratamento químico com diferentes volumes de calda. Os autores constataram que o baixo conteúdo de água (7,2%) em sementes tratadas afetou negativamente a qualidade quando comparadas às sementes não tratadas, em todos os volumes de calda testados. Além disso, observaram que sementes com teor médio de água, de 10,1%, foram afetadas pelos maiores volumes de calda e, sementes com maior teor de água (13,0%), não foram afetadas por nenhum volume de calda testado. Isso evidencia a importância de se trabalhar e manejar o fator umidade antes da realização do tratamento das sementes, objetivando manter a qualidade fisiológica das mesmas.

Como citado anteriormente, existem poucos trabalhos correlacionando o teor de umidade e o tratamento de sementes com a qualidade fisiológica de sementes de soja. Por isso, faz-se necessário o desenvolvimento de novos trabalhos nessa área, visando compreender a relação entre o teor de água das sementes durante o processo de tratamento e os efeitos durante o armazenamento, visando garantir a qualidade das mesmas no momento da comercialização. Além disso, frente ao constante desenvolvimento de novos produtos no mercado para tratamento de sementes, faz-se importante a avaliação das mesmas.

#### **2.4 Armazenamento de sementes de soja**

A obtenção de uma semente de qualidade está diretamente relacionada às etapas de produção, desde o cultivo até as etapas de colheita, beneficiamento e armazenamento. O potencial de armazenamento de um lote depende, além do processo de produção das sementes, do manejo da deterioração e conservação das mesmas, desde o campo até o final do armazenamento (KRZYZANOWSKI, FRANÇA-NETO & HENNING, 2018).

A deterioração é um termo estudado há muitos anos por vários pesquisadores, sobretudo na área de sementes. Marcos Filho (2015) afirma que a deterioração é uma mudança irreversível na qualidade da semente e, segundo Delouche (2021) a deterioração é inevitável, porém passível de redução da velocidade e intensidade do processo. Krzyzanowski, França-Neto e Dias (2021) destacam que vigor e deterioração estão intimamente relacionados e que a velocidade do processo de deterioração e perda de vigor depende, dentre outros aspectos, da espécie, da variedade e das condições de armazenamento.

Dessa maneira, o armazenamento visa a conservação das sementes, garantindo a manutenção da qualidade das mesmas durante o tempo em que antecede a semeadura. As técnicas desse processo, quando corretamente conduzido, ajudam a retardar a deterioração, mantendo a elevada qualidade até a semeadura da safra seguinte.

Rocha et al. (2017) avaliaram a qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com diferentes produtos e armazenadas em ambientes distintos, sendo um deles climatizado e o outro, um armazém convencional em galpão, sem controle de temperatura e umidade relativa. Os autores observaram que a redução do vigor foi mais acentuada em ambiente convencional e que a qualidade fisiológica das sementes foi afetada negativamente à medida que o período de armazenamento foi aumentando.

Em um estudo conduzido com sementes de soja por Santos et al. (2018), foi constatado, em uma das cultivares testadas, que o armazenamento em câmara fria por um



período de 150 dias conservou a taxa de germinação das sementes acima de 89%, mantendo os padrões exigidos para comercialização. Além disso, os autores concluíram que o uso de grandes volumes de calda no tratamento favorece a deterioração das sementes e a proliferação de fungos.

Outros trabalhos também evidenciam a importância das condições de armazenamento na conservação da qualidade de sementes. Ciscon et al. (2021), ao avaliarem a qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com distintos inseticidas e armazenadas por diferentes períodos, observaram que os tratamentos diminuíram a porcentagem de plantas emergidas ao longo do armazenamento em condições não controladas, sendo inviável o tratamento e posterior armazenamento por período superior a 20 dias antes da semeadura. O teor de água nas sementes também apresentou maior oscilação em condições não controladas de armazenamento.

Heberle et al. (2019), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de milho e atividade enzimática durante o armazenamento, constataram que o armazenamento por períodos acima de 90 dias afeta a germinação, principalmente em sementes armazenadas com temperatura mais elevada. Barrionuevo (2020), estudando a influência de locais de cultivo e condições de armazenamento sobre o potencial fisiológico de sementes de soja, constatou que as melhores condições de armazenamento são em menores temperaturas e que a qualidade fisiológica decai à medida que o período de armazenamento avança.

Smaniotto et al. (2014) também observaram que o ambiente de armazenamento climatizado, com temperatura em torno de 20°C, promoveu a maior conservação das sementes de soja, independente dos teores de água avaliados no estudo.

Sendo assim, fica evidente que dois fatores influenciam diretamente na qualidade de armazenamento das sementes: a temperatura e umidade. Segundo Amaro et al. (2019), os processos bioquímicos podem ser acelerados ou desacelerados de acordo com a temperatura do ambiente de armazenamento e as sementes podem ter a umidade afetada de acordo com a umidade relativa do ar no local. Além disso, condições de altas temperaturas e umidade podem favorecer o desenvolvimento de organismos indesejados na massa de sementes, como fungos e insetos.

Diante dos estudos apresentados, destaca-se a relevância e o papel do fator armazenamento na manutenção da qualidade de sementes e de sua viabilidade. O entendimento do comportamento das sementes frente ao teor de água durante o tratamento químico e posterior armazenamento, é essencial para garantia de sementes de soja com alto potencial fisiológico.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório Central de Análise de Sementes, Departamento de Agricultura, da Universidade Federal de Lavras- UFLA, onde as sementes foram armazenadas. A cidade está localizada na região Sul de Minas Gerais, latitude 21° 14' S, longitude 45° 00' W Gr. e 918 m de altitude. O clima de Lavras, pela classificação climática de Köppen, é Cwa, temperado chuvoso (mesotérmico), com inverno seco e verão chuvoso, subtropical (BRASIL, 1992, DANTAS et al., 2007).

As sementes de um mesmo lote com umidade inicial de 11%, foram submetidas ao umedecimento ou à secagem, em função do teor de água inicial, com protocolos específicos para cada situação. A secagem foi realizada em secador experimental estacionário longitudinal regulado à temperatura de 35 °C ( $\pm 2$  °C), sendo monitorado o teor de água das sementes até atingir o valor requerido. O umedecimento foi realizado em germinador tipo Mangelsdorf regulado a 25°C ( $\pm 2$ °C), com as sementes em camada única, dispostas em embalagens telada de polietileno trançado, também com o monitoramento da umidade até atingir o valor desejado.

Após os protocolos de umedecimento e secagem, as sementes permaneceram em embalagem hermética dupla por um período de 12 horas, para estabilização da umidade na massa de sementes. Após estes processos, foram obtidos os tratamentos com as porções de sementes com valores específicos de 7%, 9%, 11%, 13% e 15%. A confirmação das diferentes umidades foi realizada por meio do teste de teor de água, pelo método de estufa a 105 °C, conforme descrito em Brasil (2009).

As sementes foram pesadas e separadas em porções de 2,0 quilogramas para posterior tratamento. O processo de tratamento foi efetuado em máquina Momesso Arktos Laboratório L5K, para simulação do tratamento industrial em bateladas. Todas as sementes foram tratadas com a receita de Fortenza® Duo, conforme os produtos descritos na Tabela 1, além da adição de polímero (Biocroma vermelho Biogrow 100 ml/100 kg sementes) e Pó secante (Biogloss biogrow 200 g/100 kg sementes).

Após o tratamento, as sementes foram armazenadas em câmaras com o controle da temperatura durante o armazenamento, sendo elas: 10°C, 20°C, 30°C e temperatura alternada de 20-30°C. Nas câmaras não houve controle de umidade, ficando diretamente dependente do ambiente. O início do armazenamento ocorreu no mês de maio, final do outono.

Tabela 1: Produtos que constituem a receita de Fortenza® Duo.

Princípio ativo	Concentração i.a.	Produto comercial	Tipo <sup>1</sup>	Dose do produto comercial <sup>2</sup>
Tiametoxam	350g/L	Cruiser 350 FS	I	200 mL
Ciantraniliprole	600g/L	Fortenza® 600 FS	I	60 mL
Metalaxil-M	20g/L			
Tiabendazol	150g/L	Maxim advanced	F	100 mL
Fludioxonil	25g/L			

<sup>1</sup> Tipo: I: inseticida; F: fungicida

<sup>2</sup> Dose: mL 100 kg<sup>-1</sup> de sementes

Ao longo do armazenamento as sementes foram avaliadas quanto a qualidade fisiológica, aos 0, 45, 90 e 135 dias. As avaliações foram por meio dos seguintes testes: *Teor de água*: foram mensurados por meio do método da estufa (24 horas a 105 °C), sendo os teores expressos em porcentagens, conforme Brasil (2009).

*Germinação*: com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, com semeadura em substrato papel germitest (2 folhas), em rolos, umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco, e foram mantidas em germinador tipo mangelsdorf a 25°C. As contagens de plântulas normais foram realizadas aos 8 dias após a semeadura (Brasil, 2009).

*Emergência de plântulas*: o substrato utilizado foi composto pela mistura de areia + solo (proporção 2:1) colocado em bandejas plásticas, irrigado a 60% da capacidade de campo na semeadura e posteriormente quando necessário de forma uniforme. Para a semeadura foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação à temperatura de 25 °C. A contagem de emergência de plântulas normais foi realizada aos 8 dias.

*Envelhecimento acelerado modificado em substrato (EAS)*: foram utilizadas caixas plásticas tipo gerbox, adaptadas com tela de alumínio suspensa. Em cada gerbox foram adicionados 40 mL de água e uma camada única de sementes sobre toda a tela. Em seguida foram mantidas em câmara tipo BOD a 41°C por 48 horas (MARCOS FILHO, 1999). Após este período, a semeadura foi realizada em substrato acondicionado em bandeja plástica, contendo areia + solo na proporção 2:1, umedecido a 60% da capacidade de retenção de água. Após a semeadura, as bandejas foram mantidas em câmara de crescimento vegetal à temperatura de 25°C, em regime alternado de luz e escuro (12 horas). A avaliação foi realizada com contagem de plântulas normais emergidas aos 8 dias.

*Teste de tetrazólio:* foi realizado para determinar o vigor das sementes e a porcentagem de danos mecânicos. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. Foi realizado o pré condicionamento das sementes, utilizando caixas gerbox com tela e 40 mL de água por um período de 24 horas, para evitar o dano por embebição devido aos baixos teores de água de alguns tratamentos. Após o pré condicionamento, as sementes foram embaladas em papel de germinação umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco e mantidas nestas condições por um período de 16 horas, à temperatura de 25 °C. Após este processo, as sementes foram colocadas em frascos de plástico escuro, sendo totalmente submersas na solução de tetrazólio na concentração de 0,075% por um período de 3 horas e temperatura de 35 °C. Após a coloração, as sementes foram lavadas com água corrente comum e mantidas submersas em água até o momento da avaliação, para evitar desidratação das mesmas, conforme metodologia descrita por França Neto e Krzyzanowski (2018).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), com 4 repetições, em esquema fatorial 5 x 4 x 4, envolvendo 5 teores de água das sementes, 4 temperaturas de armazenamento e 4 épocas de avaliação ao longo do armazenamento. As análises estatísticas foram realizadas por meio da análise de variância com auxílio do software Sisvar® (FERREIRA, 2014), a 5% de probabilidade pelo teste F ( $p < 0,05$ ). As médias foram analisadas com o uso do teste de Scott-knott, a 5%, ou com análises de regressões polinomiais com a escolha do modelo significativo de maior coeficiente de determinação e relação biológica.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados para a variável teor de água, na qual houve interação tripla entre os fatores estudados, estão descritos na Tabela 2. Observa-se que antes do armazenamento (0 dias) existe diferença apenas entre os teores de água estudados, fato este esperado tendo em vista que as sementes não haviam sido expostas às diferentes temperaturas de armazenamento.

A partir dos 45 dias de armazenamento, ocorre diferença entre os tratamentos de acordo com a temperatura de armazenamento e a umidade das sementes. Observa-se que nas temperaturas de 30 e 20-30 °C, todos os tratamentos entraram em equilíbrio higroscópico, não diferindo em relação ao teor de água. Na temperatura de armazenamento a 10 °C este fato não é observado, de modo que sementes com baixos teores de água (7, 9 e 11%) apresentaram menores valores quando comparado àquelas sementes com teores de água elevados (13 e 15%). Já na temperatura de 20 °C, apenas o tratamento com menor teor de água diferiu dos demais, com o menor valor observado.

Ao analisar as diferentes temperaturas de armazenamento, nota-se que sementes armazenadas a 10 °C apresentam maiores valores de umidade, seguido de 20 °C, 20-30 °C alternado e por último, os menores valores encontrados no armazenamento são de sementes acondicionadas a 30 °C após 90 dias.

Tabela 2: Teor de água de sementes de soja, sob diferentes temperaturas e períodos de armazenamento

Armazenamento (dias)	Teor de água	Temperatura			
		10°C	20°C	30°C	20°C-30°C
0	7%	7,33 eA	7,00 eA	7,21 eA	7,35 eA
	9%	9,13 dA	9,25 dA	9,24 dA	9,12 dA
	11%	10,92 cA	10,92 cA	11,09 cA	10,92 cA
	13%	12,97 bA	12,90 bA	13,02 bA	12,94 bA
	15%	14,94 aA	14,89 aA	15,11 aA	14,92 aA
45	7%	8,13 cB	8,58 bA	6,54 aC	7,87 aB
	9%	8,44 bB	9,14 aA	6,55 aC	8,19 aB
	11%	8,66 bB	9,00 aA	6,70 aC	8,39 aB
	13%	9,02 aA	8,99 aA	6,56 aC	8,16 aB
	15%	9,29 aA	9,20 aA	6,69 aC	8,12 aB
90	7%	10,60 bA	8,33 cB	6,58 aD	7,51 aC
	9%	10,90 bA	8,11 cB	6,44 aD	7,68 aC
	11%	12,42 aA	9,12 bB	6,49 aD	7,41 aC
	13%	12,18 aA	8,52 cB	6,57 aD	7,52 aC
	15%	12,53 aA	9,47 aB	6,29 aD	7,51 aC
135	7%	11,77 cA	8,36 bB	7,02 aC	7,32 aC
	9%	11,58 cA	8,26 bB	6,36 bD	7,20 aC
	11%	11,96 cA	8,99 aB	6,43 bD	7,16 aC
	13%	12,37 bA	8,24 bB	6,51 bD	7,28 aC
	15%	13,67 aA	8,27 bB	6,52 bD	7,30 aC

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

Amaral et al. (2018), relatam que o teor de água de sementes de soja é importante no armazenamento e preservação da qualidade do lote de sementes até o período da comercialização. Os autores ressaltam que a umidade das sementes deve ser o mais uniforme possível, pois mesmo com sua uniformidade a tendência é que esse teor de água seja reduzido após um período até a comercialização.

Marcos Filho (2015) relata que a umidade relativa do ar é inversamente proporcional à temperatura do ambiente e, de acordo com a ASAE (1980), em condições de mesma umidade

relativa do ar, sementes de soja atingem teores de água menores à medida que se aumenta a temperatura de exposição das sementes, fato este que foi observado neste estudo.

O gráfico representado pela Figura 1, mostra a evolução do teor de água das sementes em função da temperatura e período de armazenamento, para cada tratamento. Percebe-se que na temperatura de 10 °C, ocorre maior oscilação entre os tratamentos à medida que o armazenamento avança. A curva dos gráficos mostra um aumento linear do teor de água em sementes com 7 e 9% e para os demais tratamentos (11, 13 e 15%) uma redução no teor de água, tendendo aos 135 dias maior equilíbrio higroscópico entre todos os tratamentos.

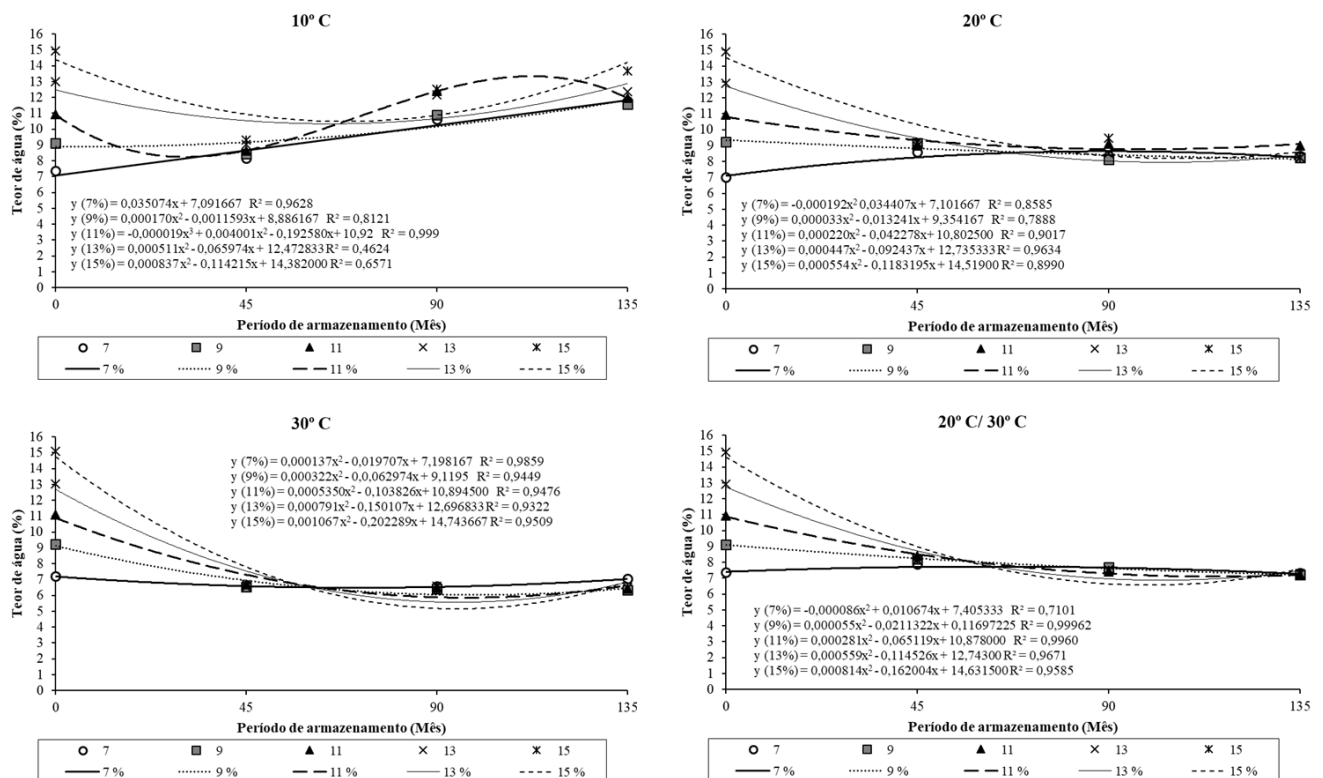


Figura 1: Teor de água (%) de sementes de soja tratadas, em diferentes teores de água, temperaturas e períodos de armazenamento.

À medida que aumenta a temperatura de armazenamento, nota-se o equilíbrio no teor de água entre todos os tratamentos a partir dos 45 dias, permanecendo da mesma forma ao longo de todo o período de armazenamento e portanto, não diferindo em relação ao teor de água (Figura 1).

Smaniotta et al. (2014) também observaram redução no teor de água de sementes de soja, armazenadas por 180 dias e que esta redução, pode estar relacionado com a permeabilidade da embalagem em que as sementes foram armazenadas. Da mesma forma, neste estudo as sementes foram armazenadas em embalagens do tipo permeável, permitindo assim a troca de

vapor d'água das sementes com o ambiente de armazenamento, estando pois o teor de água, sempre em equilíbrio higroscópico com a umidade relativa e a temperatura do ar.

Os resultados obtidos no teste de germinação estão representados na Tabela 3, onde é possível observar que após o tratamento das sementes com o produto Fortenza® Duo, houve redução na porcentagem de plântulas normais oriundas de sementes com baixos teores de água (7 e 9%), antes do armazenamento. Este fato pode estar relacionado com a maior incidência de danos mecânicos, que também foram maiores nesses tratamentos, de modo que o produto em contato com sementes de maior fissura no tegumento causa maiores efeitos negativos na germinação.

Essa relação de menor porcentagem de germinação em sementes com teores de água abaixo de 9% também pode ser explicada devido ao processo de embebição durante a germinação. Marcos Filho (2015) afirma que sementes muito secas (umidade inferior a 11%) são mais afetadas quando em contato com matrizes que apresentam alta disponibilidade hídrica, como por exemplo na condução de testes de germinação em laboratório, do que após a semeadura em condições de campo. Já Toledo et al. (2010) relatam que sementes com teores de água acima de 15% não são afetadas por danos de embebição no teste de germinação padrão, fato este observado aos 0 dias armazenamento, em que independente da temperatura, as sementes com 15% de umidade apresentaram as maiores médias de germinação.

No entanto, ao longo do período de armazenamento, é possível observar que sementes com teor de água elevado (15%) perdem a qualidade fisiológica mais rápido, mesmo após o equilíbrio da umidade durante o armazenamento. Os danos se intensificam de modo que ao final do armazenamento, sob condições de temperatura mais elevadas, as sementes chegam próximo de 65% de germinação, não tendo, portanto, o padrão para comercialização de sementes de soja no país. É importante ressaltar que, quando as sementes são armazenadas na temperatura de 10 °C, independente do teor de água inicial, estas permanecem com padrão de germinação para comercialização de sementes após os períodos de armazenamento avaliados no estudo.

Marcos Filho (2015) afirma que a temperatura afeta diretamente a velocidade das reações químicas, também acelerando a respiração, de modo que sua redução beneficia a conservação das sementes ortodoxas. Por isso, para a análise dos efeitos do ambiente sobre a deterioração de sementes deve-se considerar a ação conjunta da temperatura e umidade e não apenas destes fatores isolados.

Tabela 3: Porcentagem de germinação de sementes de soja tratadas, oito dias após a semeadura, em diferentes temperaturas e períodos de armazenamento.

Armazenamento (dias)	Teor de água	Temperatura			
		10°C	20°C	30°C	20°C-30°C
0	7%	82 bA	81 bA	84 bA	84 bA
	9%	82 bA	82 bA	82 bA	81 bA
	11%	87 aA	86 bA	86 bA	87 aA
	13%	89 aA	86 bA	85 bA	88 aA
	15%	92 aA	93 aA	94 aA	92 aA
45	7%	87 aA	84 aA	80 aB	81 aB
	9%	85 aA	85 aA	80 aA	84 aA
	11%	87 aA	82 aA	82 aA	86 aA
	13%	86 aA	80 aA	55 bB	84 aA
	15%	86 aA	76 bB	75 aB	77 bB
90	7%	89 bA	89 aA	89 aA	86 aA
	9%	95 aA	93 aA	81 bB	84 aB
	11%	90 bA	88 aA	83 bB	85 aB
	13%	88 bA	82 bB	81 bB	85 aA
	15%	85 bA	78 bB	68 cD	74 bC
135	7%	90 aA	89 aA	84 aB	82 aB
	9%	84 bB	89 aA	80 aB	82 aB
	11%	92 aA	83 bB	80 aB	82 aB
	13%	83 bA	81 bA	73 bB	79 aA
	15%	87 aA	70 cB	68 bB	65 bB

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

Ao analisar cada temperatura de armazenamento, nota-se que após 45 dias existe diferenças entre o percentual de plântulas normais pelo teste de germinação em função do teor de água inicial das sementes tratadas. Os tratamentos de 7, 13 e 15% de umidade apresentam menores valores quando armazenados em temperaturas mais altas, como 20-30 °C e 30 °C. Esse resultado se repete nos demais períodos de armazenamento, no entanto, é importante observar que no tratamento de 15%, a temperatura de 20 °C também é prejudicial, sendo indicado apenas a temperatura de 10 °C para conservação do potencial germinativo.

Os gráficos representados pela Figura 2, mostram a porcentagem de germinação ao longo do armazenamento, para cada temperatura. A temperatura de 10 °C mantém o potencial germinativo das sementes de soja tratadas em até 135 dias, para todos os teores de água estudados. No entanto, o armazenamento das sementes em temperaturas de 20 °C, 30 °C e



alternado 20-30 °C causa redução na germinação, com acentuada queda principalmente do tratamento com teor de água inicial de 15%.

Da mesma forma, Silva et al. (2011) ao avaliar o efeito do tratamento químico sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de arroz com diferentes teores de água, relataram que as maiores perdas de qualidade no teste de germinação decorreram dos tratamentos com maiores teores de água.

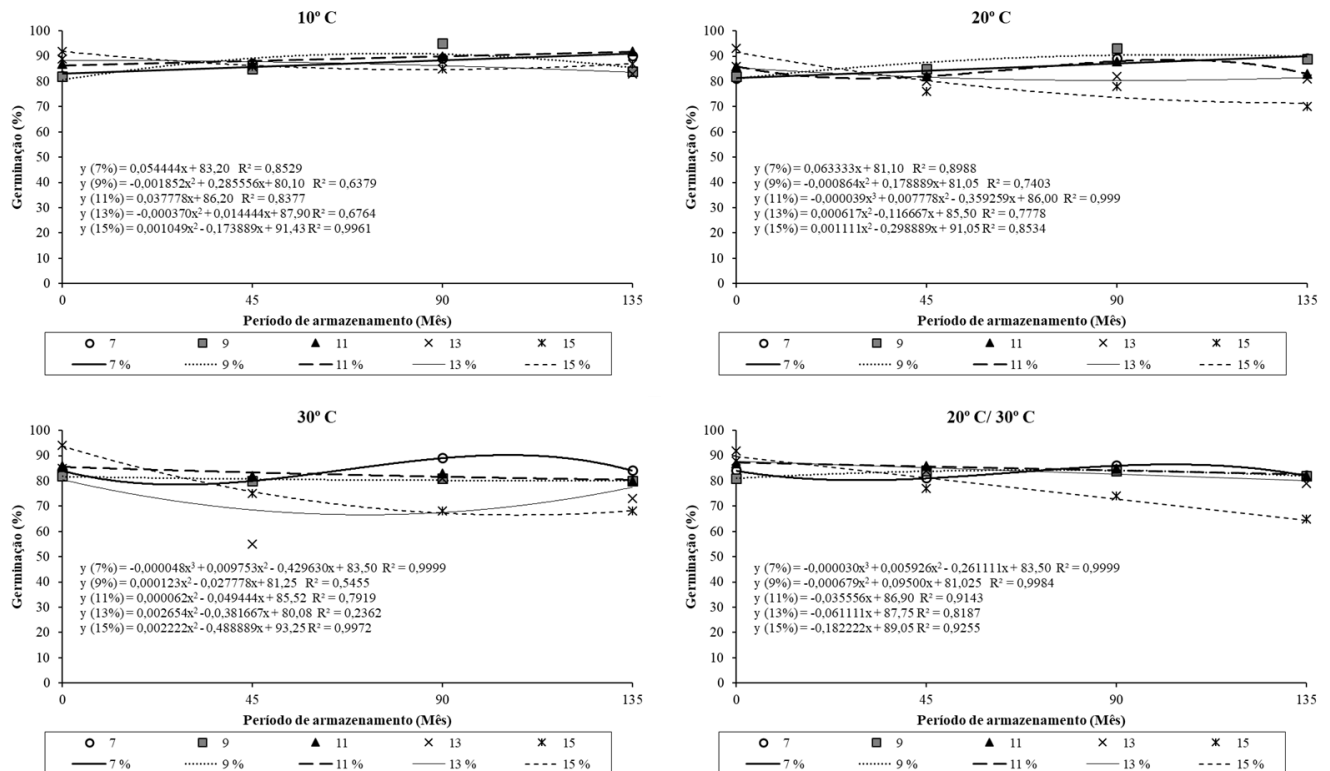


Figura 2: Germinação (%) de sementes de soja tratadas, em diferentes teores de água, temperaturas e períodos de armazenamento.

Nos resultados do teste de emergência é possível observar que antes do armazenamento, aos 0 dias, não houve diferença entre os diferentes teores de água na porcentagem de plântulas emergidas (Tabela 4).

Ao longo do período de armazenamento nota-se que a temperatura de 10 °C mantém a qualidade das sementes, nos diferentes teores de água iniciais. No entanto, aos 135 dias de armazenamento os tratamentos de 13 e 15% apresentaram menores valores quando comparado aos demais.

Tabela 4: Porcentagem de emergência de sementes de soja, oito dias após a semeadura, em diferentes temperaturas e períodos de armazenamento

Armazenamento (dias)	Teor de água	Temperatura			
		10°C	20°C	30°C	20°C-30°C
0	7%	92 aA	90 aA	90 aA	89 aA
	9%	91 aA	90 aA	91 aA	89 aA
	11%	87 aA	86 aA	86 aA	86 aA
	13%	86 aA	87 aA	88 aA	83 aA
	15%	90 aA	89 aA	90 aA	89 aA
45	7%	86 aA	90 aA	80 aB	81 aB
	9%	84 aA	87 aA	74 aB	84 aA
	11%	80 aA	78 bA	68 bB	76 bA
	13%	71 bA	72 cA	48 cB	69 cA
	15%	71 bA	66 cA	48 cB	52 dB
90	7%	91 aA	87 aA	81 bB	83 aB
	9%	95 aA	92 aA	88 aB	84 aB
	11%	93 aA	82 bB	80 bB	84 aB
	13%	87 aA	77 bB	62 cC	76 bB
	15%	88 aA	77 bB	64 cC	66 cC
135	7%	94 aA	93 aA	85 aB	91 aA
	9%	95 aA	86 aB	86 aB	88 aB
	11%	87 bA	89 aA	80 aB	92 aA
	13%	82 bA	81 bA	73 bB	79 bA
	15%	84 bA	79 bB	67 bC	75 bB

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

Para Marcos Filho (2015) os efeitos do teor de água das sementes sobre a taxa de deterioração dependem, além da espécie, da temperatura. O autor aponta que as reações hidrolíticas são facilitadas quando as sementes estão mais úmidas, acarretando acréscimos na concentração de açúcares, ácidos graxos livres e outras substâncias características do processo de deterioração. Por isso, decréscimos no teor de água até a redução da intensidade de reações hidrolíticas tem efeito marcante na cinética da deterioração.

Silva (2008) também afirma que existe um aumento na taxa respiratória das sementes proporcional ao aumento da temperatura, que depende do teor de água das mesmas. Com o teor de água superior a 14% (b.u.) a respiração aumenta rapidamente na maioria dos cereais, ocasionando sua deterioração.

Nas temperaturas de 20, 30 e 20-30 °C, observa-se que aos 45 dias de armazenamento, sementes com 11, 13 e 15% também apresentaram menores valores de emergência das plântulas

e que, este fato se repete a cada período de armazenamento subsequente (Tabela 4). Esse resultado mostra que a partir do momento em que se armazena sementes tratadas em condições de temperaturas mais elevadas e maiores teores de água, estas perdem qualidade logo nos primeiros 45 dias de armazenamento. É importante notar que em condições de elevada temperatura, ocorre a perda de água mais acentuada das sementes, e este fato, pode potencializar também os danos por embebição.

Nos gráficos apresentados pela Figura 3, é possível observar o comportamento dos diferentes teores de água, em função de cada temperatura e período de armazenamento. É possível observar que, os tratamentos com 7 e 9% apresentam valores altos de emergência, para cada temperatura analisada. Já as sementes com teores de água iniciais de 13 e 15% apresentam as maiores quedas durante o período de armazenamento, com maior intensidade nas temperaturas de 30 °C e alternado 20-30 °C.

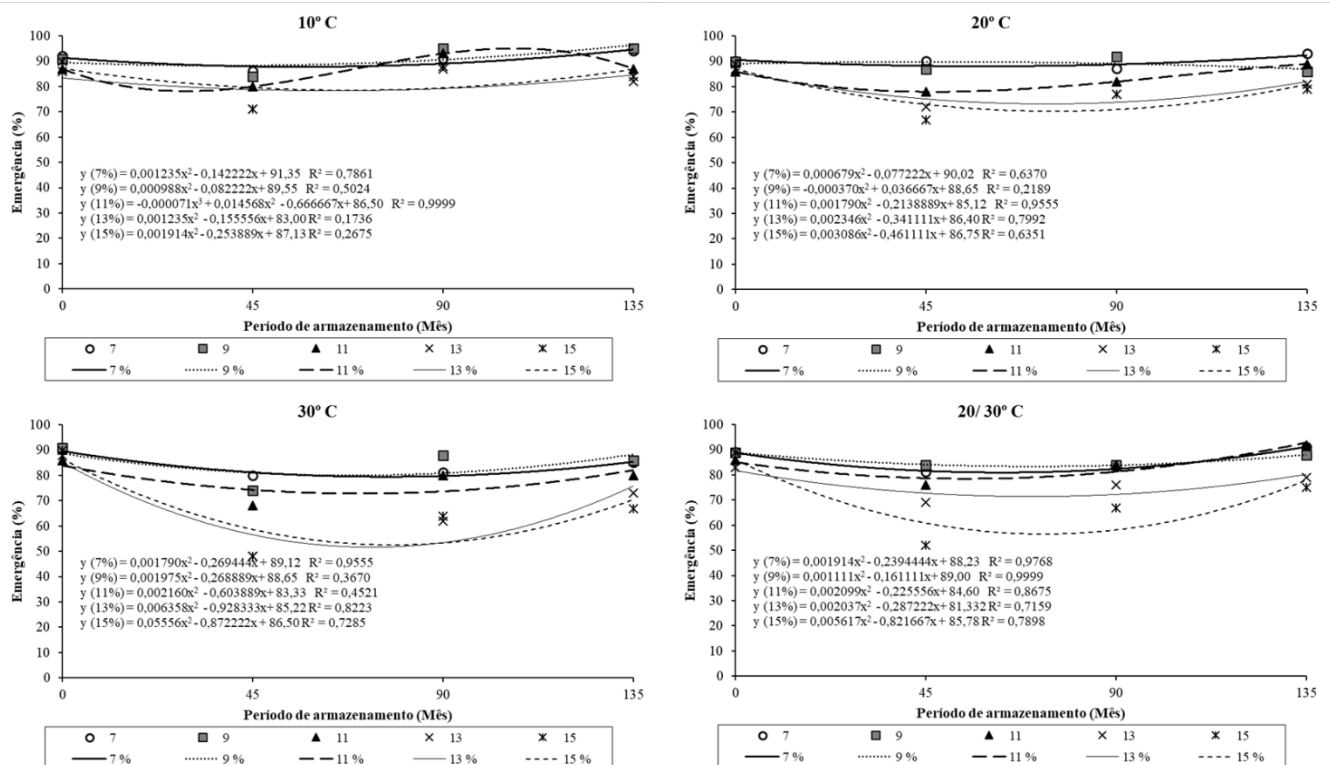


Figura 3: Porcentagem de emergência em sementes de soja tratadas, em diferentes teores de água, temperaturas e períodos de armazenamento.

Smaniotta et al. (2014) verificaram uma crescente liberação de eletrólitos das sementes para a água de embebição durante o período de armazenamento, considerando um indicativo de perda de vigor e qualidade fisiológica no armazenamento. Este fato também foi observado por

outros autores trabalhando com soja armazenada em diferentes condições (Silva et al., 2010; Zuchi et al., 2013).

Na Tabela 5, observa-se os resultados da porcentagem de emergência de plântulas, após envelhecimento acelerado. Este é um teste de vigor, que traz informações importantes acerca da qualidade das sementes e do potencial de armazenamento. É possível notar que mesmo antes do armazenamento, as sementes perdem a qualidade, independente do teor de água inicial, quando comparado aos demais testes, em que obteve-se índices maiores que 80%.

Tabela 5: Porcentagem de emergência de sementes de soja, após envelhecimento acelerado, em diferentes temperaturas e períodos de armazenamento

Armazenamento (dias)	Teor de água	Temperatura			
		10°C	20°C	30°C	20°C-30°C
0	7%	72 aA	74 aA	75 aA	73 aA
	9%	75 aA	74 aA	73 aA	72 aA
	11%	75 aA	78 aA	76 aA	77 aA
	13%	79 aA	77 aA	77 aA	80 aA
	15%	71 aA	70 aA	69 aA	71 aA
45	7%	70 aB	81 aA	70 aB	72 aB
	9%	74 aA	77 aA	75 aA	72 aA
	11%	74 aA	71 bA	73 aA	77 aA
	13%	70 aA	68 bA	60 bB	69 aA
	15%	71 aB	81 aA	57 bD	65 aC
90	7%	69 aA	65 bA	58 bB	56 aB
	9%	65 aA	61 bA	59 bA	46 bB
	11%	66 aA	59 bB	68 aA	60 aB
	13%	67 aB	76 aA	42 dC	48 bC
	15%	51 bA	57 bA	51 cA	47 bA
135	7%	69 bB	69 aB	72 aB	79 aA
	9%	72 bA	72 aA	69 aA	76 aA
	11%	83 aA	71 aB	67 aB	66 bB
	13%	72 bA	73 aA	57 bB	68 bA
	15%	70 bA	69 aA	49 bB	51 cB

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

Os tratamentos com 13 e 15% de umidade tiveram maiores quedas no vigor a partir de 45 dias, quando armazenados em temperatura de 30 °C. Esse resultado vem de encontro ao que foi observado nas demais variáveis analisadas no estudo, em que sementes com alto teor de

água inicial tendem a perder qualidade ao longo do armazenamento, sendo ainda a perda de vigor potencializada pelo armazenamento em altas temperaturas.

É possível observar também que, para a maioria dos teores de água estudados, ao comparar as diferentes temperaturas de armazenamento, aquelas sementes armazenadas a 30 e 20-30 °C apresentaram as maiores perdas de vigor quando comparado as temperaturas de 10 e 20 °C. Este fato é esperado, visto que altas temperaturas de armazenamento podem acelerar o processo de deterioração.

Da mesma forma, Paraginski et al. (2015) observaram redução na porcentagem de germinação de sementes de milho acondicionadas em altas temperaturas. Schons et al. (2018) também relataram maiores perdas na qualidade de sementes de soja tratadas e armazenadas em silo, com temperatura do ar próximo a 40 °C.

Os gráficos da Figura 4 mostram os resultados dos tratamentos com diferentes teores de água, ao longo do armazenamento e para cada temperatura. É possível observar que nas temperaturas de 10 e 20 °C, o vigor das sementes foi mantido ao longo do armazenamento, e que, na temperatura de 30 °C, existe maior queda no vigor ao longo do armazenamento, principalmente em sementes com teores de água iniciais de 13 e 15%.

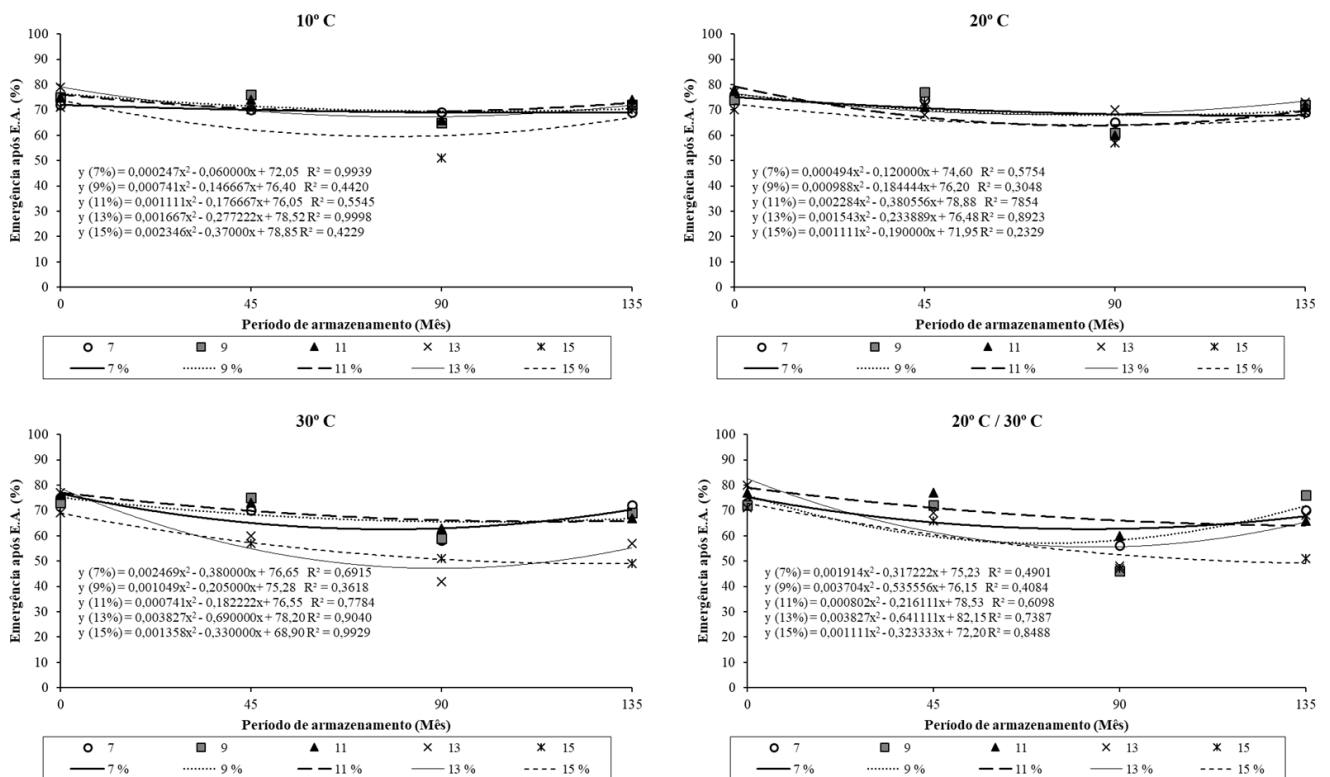


Figura 4: Porcentagem de plântulas normais, após envelhecimento acelerado, em sementes de soja tratadas, em diferentes teores de água, temperaturas e períodos de armazenamento.

Smaniotto et al. (2014) também verificaram maior queda no vigor, avaliado pelo teste de condutividade elétrica, em sementes de soja armazenadas com 14% de umidade. Esse teste também está relacionado com a deterioração de sementes e corrobora com o que foi observado neste estudo.

Já na temperatura alternada de 20-30 °C, observa-se maior queda principalmente de sementes com 15% de umidade inicial, o que reitera os resultados anteriores de que este tratamento apresentou as maiores perdas na qualidade fisiológica após o tratamento e armazenamento das sementes.

Para os danos mecânicos identificados pelo teste de tetrazólio, foram significativas as interações entre os fatores teor de água e as temperaturas de armazenamento. Também houve efeito significativo para a interação dos fatores teor de água e períodos de armazenamento.

Observa-se que, à medida que reduz o teor de água das sementes, a incidência de danos mecânicos aumenta, sendo 7 e 9 % os tratamentos com maior porcentagem de dano mecânico identificado pelo teste de tetrazólio, em todas as temperaturas avaliadas (Tabela 6). Não foi possível identificar diferenças na incidência de dano mecânico em diferentes temperaturas de armazenamento, exceto para sementes com 11% de umidade inicial, em que nas temperaturas de 10 °C e 20-30 °C tiveram maior incidência de danos mecânicos nas sementes.

O mesmo padrão foi observado ao comparar os teores de água e cada período de armazenamento (Tabela 7), com as umidades de 7 e 9% apresentando as maiores porcentagens de dano em todos os períodos de armazenamento estudado. É importante ressaltar também que ao comparar cada teor de água ao longo do armazenamento, naquelas sementes com alta umidade inicial, de 13 e 15%, houve um aumento na incidência de danos mecânicos com o avanço do armazenamento. Isso pode ser explicado devido a intensificação dos danos mecânicos latentes, que ao longo do armazenamento torna-se mais evidente.

Tabela 6: Incidência de danos mecânicos em sementes de soja com diferentes teores de água e temperaturas de armazenamento.

Teor de água	Temperatura			
	10°C	20°C	30°C	20°C-30°C
7%	27 Ac	29 Ab	27 Ac	24 Ab
9%	24 Ac	26 Ab	22 Ab	23 Ab
11%	19 Bb	15 Aa	13 Aa	18 Ba
13%	16 Ab	17 Aa	15 Aa	14 Aa
15%	12 Aa	14 Aa	13 Aa	14 Aa

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

Moreano et al. (2011) afirmam que os danos mecânicos latentes podem evoluir durante o armazenamento e é influenciado pelas condições de temperatura e umidade. Os autores também observaram evolução dos danos mecânicos em sementes de soja armazenadas durante 225 dias.

Tabela 7: Incidência de danos mecânicos em sementes de soja com diferentes teores de água e períodos de armazenamento.

Teor de água	Armazenamento (dias)		
	0	90	135
7%	26 Ae	29 Bc	25 Ac
9%	23 Ad	25 Ab	25 Ac
11%	15 Ac	17 Aa	16 Ab
13%	12 Ab	18 Ba	16 Bb
15%	8 Aa	20 Ca	12 Ba

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

Na avaliação do vigor das sementes pelo teste de tetrazólio, foi observado efeito significativo entre os fatores teores de água e temperatura de armazenamento. Na Tabela 8, é possível notar que o vigor de sementes com 7 e 9% de umidade, foi inferior aos demais tratamentos, nas temperaturas de 10, 20 e 30 °C. Na temperatura de alternada de 20-30 °C, não houve diferença entre os tratamentos.

Ao analisar as diferentes temperaturas de armazenamento em cada teor de água estudado, somente para os tratamentos com 11 e 13% houve diferença no vigor. Para sementes com 11% de umidade, apenas a temperatura de armazenamento de 20-30 °C diferiu das demais, com menores médias de vigor pelo teste de tetrazólio. Já nas sementes com 13% de umidade, observa-se que a temperatura de 10 °C foi a melhor condição de armazenamento, com as maiores médias de vigor, quando comparado às demais temperaturas.

Tabela 8: Porcentagem de vigor pelo teste de tetrazólio em sementes de soja com diferentes teores de água e temperaturas de armazenamento.

Teor de água	Temperatura			
	10°C	20°C	30°C	20°C-30°C
7%	79 Ab	77 Ab	77 Ac	79 Aa
9%	80 Ab	79 Ab	82 Ab	80 Aa
11%	86 Aa	91 Aa	88 Aa	81 Ba
13%	88 Aa	82 Bb	83 Bb	83 Ba
15%	88 Aa	86 Aa	86 Aa	83 Aa

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

Houve também efeito significativo entre os fatores temperatura e períodos de armazenamento. Na Tabela 9, é possível observar que as sementes armazenadas nas temperaturas de 20 e 30 °C apresentaram redução no vigor após 90 dias de armazenamento. Aos 135 dias, em todas as temperaturas, o vigor das sementes foi menor quando comparado aos demais períodos de armazenamento. Ao comparar as temperaturas de armazenamento, verifica-se que, apenas aos 90 dias houve diferença significativa, sendo que, novamente na temperatura de 10 °C, foram encontrados os maiores valores de vigor das sementes de soja quando comparado às demais.

Tabela 9: Porcentagem de vigor pelo teste de tetrazólio em sementes de soja com diferentes temperaturas e períodos de armazenamento.

Armazenamento (dias)	Temperatura			
	10°C	20°C	30°C	20°C-30°C
0	85 Aa	86 Aa	88 Aa	83 Aa
90	87 Aa	82 Bb	82 Bb	82 Ba
135	81 Ab	82 Ab	79 Ab	78 Ab

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

Esses resultados reforçam a importância da armazenagem correta das sementes, que em temperaturas mais baixas, vão contribuir para a manutenção da qualidade das mesmas durante períodos mais prolongados. Além disso, o conhecimento do teor de água no momento do tratamento de sementes é etapa essencial para evitar a ocorrência de danos mecânicos e também para garantir que, a qualidade fisiológica das sementes produzidas, seja mantida após o tratamento e durante o armazenamento.

## 5 CONCLUSÕES

O teor de água inicial influencia na qualidade das sementes de soja tratadas durante o período de armazenamento, sendo que sementes armazenadas com teor de água inicial acima de 13%, apresentam maior perda de qualidade ao longo do armazenamento.

O armazenamento em condições amenas de temperatura (10 °C) proporciona melhor conservação da qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas.

O tratamento de sementes com teores de água abaixo de 9% favorece a incidência de danos mecânicos.

No tratamento químico de sementes de soja com teores de água abaixo de 9% são potencializados os danos de embebição quando da imediata avaliação no teste de germinação.



## REFERÊNCIAS

- AMARAL, D. R; DOBIS, F. S; CARVALHO, T. C. de. **Avaliação da qualidade física e fisiológica de sementes de soja durante o beneficiamento.** Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia, v.11, n.2, p.43-52, 2018. <https://doi.org/10.5935/PAeT.V11.N2.05>
- AMARO, Hugo Tiago Ribeiro et al. **Secagem e armazenamento de sementes de culturas oleaginosas.** Pesquisa Agropecuária Gaúcha, v. 25, n. 1/2, p. 105-119, 2019.
- ANEC. **2021 FULL YEAR SUMMARY: BRAZILIAN EXPORTS OF SOYBEANS, SOYBEAN MEAL AND MAIZE, 2022.** Disponível em: <https://anec.com.br/article/anec-relatorio-anual-de-exportacoes-2021> , acesso em: 17 fev. 2022.
- APROSOJA BRASIL. **A Soja.** Disponível em: <https://aprosojabrasil.com.br/a-soja/>. Acesso em: 08 fev. 2022.
- APROSOJA BRASIL. **SOJA BRASILEIRA: HISTÓRIA E PERSPECTIVAS.** Associação Brasileira dos Produtores de Soja, 2020. Disponível em: < <https://aprosojabrasil.com.br/comunicacao/blog/2020/08/27/brazilian-soybean-exports/> >, acesso em: 17 fev. 2022.
- ASAE. **Moisture relationship of grains. Agricultural engineers yearbook.** American Society of Agricultural Engineering, 1980.
- BARRIONUEVO, Fabiana. **Influência de locais de cultivo e condições de armazenamento sobre o potencial fisiológico de sementes de soja.** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- BRANDELERO, Willian et al. **Vigor e viabilidade de sementes de soja em resposta a umidade durante o processo de armazenagem.** Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 1, p. 342-350, 2019.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. Normais climatológicas: 1961-1990. Brasília, 1992. 84 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes.** Brasília, 2009. 398 p.
- CARBONELL, SERGIO AUGUSTO MORAIS et al. **Teor de umidade das sementes de soja e métodos de avaliação do dano mecânico provocado no teste do pêndulo.** Embrapa Soja- Artigo em periódico indexado (ALICE), 1993.
- CARVALHO, Everson Reis et al. **Phytotoxicity in soybean seeds treated with phytosanitary products at different application times.** Journal of Seed Science, v. 42, 2020. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v42237847>
- CARVALHO, Everson Reis et al. **Pre-packing cooling and types of packages in maintaining physiological quality of soybean seeds during storage.** Journal of Seed Science, v. 38, p. 129-139, 2016. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v38n2158956>
- CASTELLANOS, César Iván Suárez et al. **Thiamethoxam treated bean seeds performance during storage.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 12, n. 1, p. 1-5, 2017. <https://doi.org/10.5039/agraria.v12i1a5408>

- CISCON, Gabriel Perez et al. **Qualidade fisiológica de sementes de soja (Glycine max) submetidas a diferentes inseticidas em tratamento de sementes e períodos de armazenamento.** Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 3, p. 20870-20880, 2021.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**, Nono levantamento, junho 2021. Brasília: Conab, v. 8, n. 9, p. 1-121, 2021.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, Brasília, v.9 – Safra 2021/22, n.5 - Quinto levantamento, p. 1-101, fevereiro 2022b.
- CONAB. **Série histórica das safras: soja.** Companhia Nacional de Abastecimento, 2022a. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=30>, acesso em: 17 fev. 2022.
- CUNHA, M. D. C. L. et al., (2019). **Teor de umidade e perda de viabilidade de sementes de Cynophalla flexuosa (L) J. Presl.** Advances in Forestry Science, 6(2), 575-581.
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. **Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.
- DELOUCHE, James C. **Physiological changes during storage that affect soybean seed quality.** 2021.
- DIAS, M. A. N. et al. **Influence of soybean seed moisture content in the response to seed treatment in soybean.** Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, v. 5, n. 2, p. 91-96, abr./jun. 2018. ISSN 2358-6303.
- FAO. COUNTRIES BY COMMODITY. **Food and Agriculture Organization of the United Nations,** 2022. Disponível em: [https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries\\_by\\_commodity](https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity), acesso em: 17 fev. 2022.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons.** Ciência e Agrotecnologia, v.38, n.2, 2014.
- FERREIRA, T. F., et al. **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.
- FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. **Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja.** Londrina: Embrapa Soja, 2018. 108 p. (Documentos, 406).
- França Neto, J. D. B. et al., (2007). **Tecnologia de produção de semente de soja de alta qualidade: série sementes.** Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E).
- FRANCA NETO, J. de B. et al. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade.** Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2016.
- GEHLEN, Anderson Luiz. **Controle de qualidade de sementes de soja na Cooperativa Agrícola Mista São Cristóvão Ltda.** 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.
- HEBERLE, Elaine et al. **Qualidade fisiológica e atividade enzimática de sementes de milho durante o armazenamento.** Revista de Ciências Agrárias, v. 42, n. 3, p. 657-665, 2019.
- HENNING, Ademir Assis. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais.** Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E), 2005.

HENNING, Fernando Augusto et al. **Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor**. *Bragantia*, v. 69, p. 727-734, 2010.

IPEA. **Comércio exterior do agronegócio: balanço de 2021 e perspectivas para 2022**, n.54, nota de conjuntura 2, 17 jan. 2022. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/conjuntura/220116\\_nota\\_2\\_comercio\\_exterior\\_agro\\_2021.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/conjuntura/220116_nota_2_comercio_exterior_agro_2021.pdf). Acesso em: 27 Fev 2022.

KRZYZANOWSKI, F. C.; DIAS, DCF dos S.; FRANÇA-NETO, J. B. **Deterioração e vigor de sementes**. Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2021. Disponível em: <https://seednews.com.br/artigos/3451-deterioracao-e-vigor-da-semente-edicao-janeiro-2021> Acesso em: 18 mar. 2022.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; COSTA, N.P. **Teste do hipoclorito de sódio para semente de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 4p. (Circular técnica, 37).

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

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. 2ª Ed. Londrina – PR: ABRATES, 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, p.3.1-3.24, 1999.

MBOFUNG, Gladys CY et al. **Effects of storage temperature and relative humidity on viability and vigor of treated soybean seeds**. *Crop Science*, v. 53, n. 3, p. 1086-1095, 2013. <https://doi.org/10.2135/cropsci2012.09.0530>

MOREANO, T. B. et al. **Changes in the effects of weathering and mechanical damage on soybean seed during storage**. *Seed Science and Technology*, v. 39, p. 604-611, 2011.

NUNES, J. C. S. **Tratamento de sementes de soja como um processo industrial no Brasil**. *Revista SEED News*, v.20, p.26-32, 2016.

PARAGINSKI, R. T. et al. **Qualidade de grãos de milho armazenados em diferentes temperaturas**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.19, n.4, p.358-363, 2015. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n4p358-363>

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Editora Universitária/UFPel, Pelotas, 2012.

PINHEIRO, Daniel Teixeira. **Deterioração por umidade na pré-colheita de sementes de soja: alterações físicas, fisiológicas e bioquímicas**. 2019.

ROCHA, Gustavo Cruvinel et al. **Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas e armazenadas-Physiological quality of treated and stored soybean seeds**. *Científic@-Multidisciplinary Journal*, v. 4, n. 1, p. 50-65, 2017.

RODRIGUES, D.S., et al. **Desempenho de plantas de soja em função do vigor das sementes e do estresse hídrico**. *Revista Científica Rural*, v. 20, n. 2, p. 144-158, 2018.

ROSSETO, C.A.V.; FERNANDEZ, E.M.; MARCOS FILHO, J. **Metodologias de ajuste do grau de umidade e comportamento de sementes de soja no teste de germinação.** Revista Brasileira de Sementes, v.17, n.2, p. 171-178, 1995. <http://dx.doi.org/10.17801/0101-3122/rbs.v17n2p171-178>

RUPPIN, Nicolay Wolff et al. **Caracterização morfofisiológica de sementes de diferentes cultivares de soja armazenadas sob condições não controladas.** Caderno de Ciências Agrárias, v. 11, p. 1-8, 2019. <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2019.14731>

SANTOS, Sheyla Ferreira dos et al. **Composition and volumes of slurry in soybean seeds treatment in the industry and physiological quality during storage.** Journal of Seed Science, v. 40, p. 67-74, 2018. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v40n1185370>

SCHONS, A. et al. **Respostas do genótipo, tratamento de sementes e condições de armazenamento no potencial fisiológico de sementes de soja.** Revista de Ciências Agrárias, v. 41, n.1, p. 111-120, 2018. <https://doi.org/10.19084/RCA17183>

SCHUCH, Juliano Zambrano et al. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de arroz com diferentes graus de umidade e tratadas com fungicida.** Revista Brasileira de Sementes, v. 28, n. 1, p. 45-53, 2006.

SILVA, C. S. D. et al (2011). **Efeito do tratamento químico sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de arroz com diferentes graus de umidade.** Revista Brasileira de Sementes, 33(3), 426-434.

SILVA, F.S. et al. **Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais.** Revista de Ciências Agroambientais, v.8, p. 45-56, 2010.

SILVA, J.S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas.** Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. 560p.

SMANIOTTO, T. A. S. et al. **Qualidade Fsiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.4, p.446–453, 2014. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA17183>

TALAMINI, Viviane; DE CARVALHO, Hélio Wilson; DE OLIVEIRA, Ivênio Rubens. **Qualidade Sanitária de Sementes de Soja de Diferentes Cultivares Introduzidos para Cultivo em Sergipe.** Aracaju: EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, 2012.

TOLEDO, M. Z. et al. **Imbibition damage in soybean seeds as affected by initial moisture content, cultivar and production location.** Seed Science and Technology, Zurich, v. 38, n. 2, p. 399-408, 2010. <https://doi.org/10.15258/sst.2010.38.2.13>

VAZ, Pedro Paulo. **Comercialização da Commodity Soja e o Mercado Futuro.** 2020.

VIRGOLINO, Zirvaldo Z. et al. **Physiological quality of soybean seeds artificially cooled and stored in different packages.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 20, p. 473-480, 2016. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n5p473-480>

ZAGUI, G., & de Carvalho NERES, D. C. (2018). **Danos mecânicos e qualidade fisiológica no beneficiamento de sementes de soja, TMG 1180 RR.** Connection line-revista eletrônica do univag, (18).

ZANATTA, Thais Pollon et al. **Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja colhidas em diferentes períodos de maturação.** Revista Cultivando o Saber, v. 11, n. 1, p. 89-106, 2018.

ZUCHI, Jacson et al. **Physiological quality of dynamically cooled and stored soybean seeds.** Journal of Seed Science, v. 35, p. 353-360, 2013. <https://doi.org/10.1590/S2317-15372013000300012>

ZUFFO, Alan Mario et al. **Physiological and enzymatic changes in soybean seeds submitted to harvest delay.** Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 47, p. 488-496, 2017.