

INFLUÊNCIA DA MATURAÇÃO E DO ARMAZENAMENTO NO PONTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE SOJA

Thaís Caroline Engel*; Graciela Maiara Dalastra**; Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho***; Juliana Cristina Kreutz****; Leila Alves Netto*****; Priscilla Guedes Gambale*****

* Engenheiro Agrônomo pela Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: agro-ambiente@hotmail.com.

** Doutora em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professora do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: gradalastra@hotmail.com.

*** Doutor em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professor do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: pablowenderson@hotmail.com.

**** Mestre em química pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professora do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: juli_cristinakreutz@hotmail.com.

***** Mestre em agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professora do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: leilaalvesnetto@gmail.com.

***** Doutora em Ecologia de Ambientes aquáticos continentais pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Professora do curso de Agronomia da Faculdade UNIGUAÇU. E-mail: priscillagambale@gmail.com.

INFORMAÇÕES

Histórico de submissão:

Recebido em: 20 mar. 2024.

Aceite: 29 abr. 2024.

Publicação online: maio 2024.

RESUMO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma cultura agrícola de destaque, impulsionando o setor tanto nacional quanto internacionalmente. Neste estudo, o objetivo foi avaliar o efeito de diferentes métodos de classificação de sementes de acordo com o grau de maturação e períodos de armazenamento na qualidade fisiológica das sementes de soja. A pesquisa foi conduzida no Laboratório Central da Lar Cooperativa Agroindustrial, localizado em Medianeira, Paraná. As sementes foram classificadas em três grupos (esverdeadas, normais e mistas) e armazenadas por períodos de 0, 15, 30 e 45 dias. Utilizamos um delineamento experimental inteiramente ao acaso, com um esquema fatorial 3 x 4, com quatro repetições compostas por duzentas sementes cada. Os tratamentos foram avaliados por meio de testes de germinação e envelhecimento acelerado. Os resultados mostraram que as sementes mistas apresentaram a maior porcentagem de germinação após 15 dias de armazenamento, enquanto todas as sementes atenderam aos critérios de qualidade para germinação. Quanto ao vigor, não houve diferenças significativas entre os tipos de sementes e os períodos de armazenamento, com todas as porcentagens classificadas como muito altas. Em suma, os diferentes métodos de classificação e períodos de armazenamento tiveram pouca interferência na qualidade das sementes de soja testadas, sugerindo sua viabilidade para a comercialização e destacando a importância da qualidade fisiológica das sementes para o sucesso da lavoura

Palavras-chave: *Glycine max*; viabilidade de sementes; qualidade fisiológica; potencial germinativo.

ABSTRACT

Soybeans (*Glycine max* L. Merrill) are a major agricultural crop, driving the sector both nationally and internationally. In this study, the aim was to evaluate the effect of different seed classification methods according to the degree of ripeness and storage periods on the physiological quality of soybean seeds. The research was conducted at the Central Laboratory of Lar Cooperativa Agroindustrial, located in Medianeira, Paraná. The seeds were classified into three groups (greenish, normal and mixed) and stored for periods of 0, 15, 30 and 45 days. We used a completely randomized experimental design, with a 3 x 4 factorial scheme, with four replications made up of 200 seeds each. The results showed that the mixed seeds had the highest germination percentage after 15 days of storage, while all the seeds met the quality criteria for germination. As for vigor, there were no significant differences between seed types and storage periods, with all percentages classified as very high. In short, the different classification methods and storage periods had little effect on the quality of the soybean seeds tested, suggesting their viability for commercialization and highlighting the importance of the physiological quality of the seeds for the success of the crop.

Keywords: *Glycine max*; seed viability; physiological quality; germination potential.

Copyright © 2024, **Thais Caroline Engel; Graciela Maiara Dalastra; Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho; Juliana Cristina Kreutz; Leila Alves Netto; Priscilla Guedes Gambale.** This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citação: ENGEL, Thais Caroline; DALASTRA, Graciela Maiara; COUTINHO, Pablo Wenderson Ribeiro; KREUTZ, Juliana Cristina; NETTO, Leila Alves; GAMBALÉ, Priscilla Guedes. Influência da maturação e do armazenamento no potencial fisiológico de sementes de soja. **Iguazu Science**, São Miguel do Iguazu, v. 2, n. 3, p. 60-64, maio 2024.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) destaca-se como uma das principais leguminosas cultivadas tanto no Brasil quanto no mundo, sendo reconhecida pelo seu significativo crescimento nas últimas três décadas, impulsionado pela sua rentabilidade e potencial econômico no mercado nacional e internacional. No contexto brasileiro, a soja se destaca como a principal "commodity" (ANJOS; FROEHLICH; CALDAS, 2024).

Essa ascensão é evidenciada pela expansão significativa da cultura, ocupando cerca de 41 milhões de hectares (IBGE, 2023), o que resultou em uma produção estimada de 153 milhões de toneladas na safra 2022/2023, segundo informações da CONAB no mesmo ano. Esses números reforçam a importância econômica e agrícola da soja, consolidando-a como uma das principais culturas do país.

O aumento contínuo na produção e na capacidade da soja brasileira está intrinsecamente ligado aos avanços científicos e à disponibilização de tecnologias para a cultura (NEITZKE et al., 2024). Esse progresso tem sido alcançado por meio do avanço tecnológico e do aprimoramento do manejo, visando garantir o plantio com sementes de alta qualidade, resultando em lavouras com um bom "stand" e alta produtividade.

Contudo, aspectos essenciais da qualidade das sementes são determinantes para o sucesso da semeadura, destacando-se a pureza física e a capacidade de germinação como critérios indispensáveis, especialmente no que diz respeito à relação entre qualidade e vigor das sementes, bem como aos efeitos adversos causados por sementes verdes ou esverdeadas, que comprometem a qualidade fisiológica das sementes de soja (PELISSARI; COIMBRA, 2023).

A integridade física das sementes de soja é crucial para o seu desempenho eficaz no campo, influenciando diretamente na germinação e na emergência das plântulas. Assim, a obtenção de sementes com qualidade fisiológica, capazes de gerar plantas vigorosas e em quantidade adequada, é um requisito fundamental para o sucesso da lavoura (KRZYŻANOWSKI et al., 2020; MACÊDO et al., 2024). Sementes de alto vigor geralmente apresentam uma germinação mais rápida e uniforme, além de serem mais capazes de suportar as adversidades ambientais (MACÊDO et al., 2024).

Durante o período normal de maturação, ocorre uma redução na quantidade de clorofila nas sementes devido à ação de enzimas como a clorofilase e a magnésio-chelatase, responsáveis pela degradação da clorofila e, conseqüentemente, pela perda da coloração verde (TEIXEIRA et al., 2020; NUNES et al., 2023). Contudo, em condições climáticas quentes e secas nos estágios finais de maturação, a atividade dessas enzimas pode ser afetada (TAIZ et al., 2017). Isso pode levar à morte precoce da planta e à maturação forçada das sementes, resultando na incidência de sementes verdes ou esverdeadas (MARCOS FILHO, 2015).

Sementes com diferentes níveis de coloração verde podem apresentar altos índices de deterioração, resultando na redução da germinação, do vigor e da viabilidade dos lotes de soja com essas características (CRUZ et al., 2020; RISTAU et al., 2020; PELISSARI; COIMBRA, 2023).

Assim, a qualidade fisiológica das sementes desempenha um papel crucial no potencial produtivo e na comercialização da cultura, uma vez que a seleção de sementes com alto vigor e germinação adequada impacta diretamente no sucesso da safra. Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes métodos de classificação de sementes de acordo com o grau de maturação e diferentes períodos de armazenamento na qualidade fisiológica das sementes de soja.

METODOLOGIA

As sementes de soja utilizadas neste estudo foram gentilmente cedidas pela empresa Lar Cooperativa Agroindustrial - Unidade de Beneficiamento Xanxerê, localizada em Xanxerê, Santa Catarina. O material genético corresponde à cultivar NA 5909 RG, colhida na safra 2020/2021 na mesma cidade, sendo retidas em peneiras de 6,5 mm e classificadas como categoria S1.

O experimento foi realizado no Laboratório Central da Lar Cooperativa Agroindustrial, situado em Medianeira, Paraná. As coordenadas geográficas do local são 25° 16' 31" S e 54° 04' 15" O, com uma altitude de 412 metros.

O experimento foi conduzido seguindo um delineamento experimental inteiramente ao acaso, em um esquema fatorial 3 x 4, com quatro repetições compostas por duzentas sementes cada. O primeiro

fator consistiu em três métodos de separação de sementes: sementes esverdeadas, sementes normais (amarelas) e sementes mistas (sem separação). O segundo fator consistiu em quatro períodos de armazenamento (0, 15, 30 e 45 dias), durante os quais as amostras foram mantidas em uma sala de armazenamento com temperatura e umidade controladas.

O teste de germinação foi realizado com duzentas sementes, inicialmente condicionadas sobre tela de arame galvanizado, em camada única, dentro de caixas plásticas "gerbox", contendo 40 ml de água destilada, por um período de 24 horas \pm 4 horas, em câmara de germinação tipo "Mangelsdorf", a uma temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Após esse período, as sementes foram divididas em quatro subamostras de cinquenta sementes cada e transferidas para quatro rolos de papel "germitest" previamente umedecido com água, em uma proporção de 2,5 vezes o seu peso, seguindo a metodologia descrita pelas Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009). As sementes foram então condicionadas novamente em câmara de germinação a $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, por um período de cinco dias. Após esse tempo, foi realizada a contagem de plântulas normais, anormais, firmes e mortas, calculando-se a porcentagem de plântulas normais

Para o teste de envelhecimento acelerado, foi adotado o método descrito por Krzyzanowski et al. (1999), onde duzentas sementes foram colocadas sobre tela de arame galvanizado, em camada única, dentro de caixas plásticas "gerbox", contendo 40 mL de água destilada. As amostras foram incubadas em BOD, a uma temperatura constante de 41°C , por um período de 24 horas. Após esse período, as sementes foram submetidas ao mesmo procedimento utilizado no teste de germinação.

Posteriormente, as porcentagens de plântulas normais das sementes esverdeadas, normais e mistas foram contadas e computadas, e quinze plântulas foram selecionadas aleatoriamente de cada teste e tratamento (0, 15, 30 e 45 dias).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância utilizando o software SISVAR, versão 5.8 (FERREIRA, 2019). Em casos de diferenças estatisticamente significativas, as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey, com um nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável porcentagem de germinação (Tabela 1), observa-se uma interação significativa entre os tipos de sementes e os períodos de armazenamento.

Tabela 1. Porcentagem de germinação de sementes de soja de três estágios de maturação em relação aos períodos de armazenamento.

Tipos de Sementes	Germinação (%)			
	Período de armazenamento (dias)			
	0	15	30	45
Normais	96,0 Aa	89,5 Ba	92,0 Aa	93,5 Aa
Mistas	95,0 Aab	98,0 Aa	89,0 Ab	95,0 Aab
Esverdeadas	96,5 Aa	84,0 Bb	88,5 Ab	88,5 Ab

Fonte: Autores (2021).

No desdobramento dos tipos de sementes durante o período de armazenamento, observa-se que as sementes mistas apresentaram uma maior porcentagem de germinação após 15 dias de armazenamento, embora não tenham diferido estatisticamente dos dias 0 e 45. Para as sementes normais, não foram observadas diferenças significativas entre os diferentes períodos de armazenamento, sendo estatisticamente equivalentes em todos os casos. Já para as sementes esverdeadas, a maior porcentagem de germinação foi registrada aos 0 dias de armazenamento, o armazenamento causou a redução de germinação das sementes esverdeadas.

Conforme preconizado pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), a porcentagem mínima de germinação para que as sementes sejam consideradas de boa qualidade e aptas para comercialização é de 80% de plântulas normais. Dessa forma, todas as sementes avaliadas no presente estudo atenderam a esse critério de qualidade em relação à porcentagem de germinação.

Para o vigor, não foi observada interação entre os tipos de sementes e os períodos de armazenamento. Dessa forma, os efeitos foram analisados separadamente (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2. Vigor de três tipos de sementes da cultivar NA5909 RG.

Tipos de Sementes	Vigor (%)
Normais	94,62 a
Mistas	93,18 a
Esverdeadas	91,75 a

Fonte: Autores (2021).

Foi observada uma ligeira redução na qualidade das sementes nos tratamentos em que todas as sementes apresentavam tons de verde nos cotilédones, quando comparadas com as sementes normais e mistas.

A influência do vigor das sementes na retenção da clorofila é um aspecto crucial que afeta diretamente a qualidade e o desempenho das plantas (TAIZ et al., 2017). Segundo Marcos Filho (2015), o vigor das sementes desempenha um papel fundamental na preservação da clorofila, cuja retenção está

intimamente relacionada ao estágio de maturação das sementes. Além disso, estudos de Krzyzanowski et al. (2020), destacam que as condições em que as sementes podem ser submetidas durante o processo de secagem também influenciam significativamente

A presença da clorofila e alta umidade durante a etapa de maturação das sementes apresentam em alta concentração, mas a clorofila pode ser degradada naturalmente se as sementes forem secas lentamente à temperatura ambiente (PELLISSARI; COIMBRA, 2023). Portanto, é essencial garantir condições adequadas de secagem para preservar a integridade e a qualidade das sementes, o que contribui para o sucesso do processo germinativo e o desenvolvimento saudável das plantas.

De acordo com Teixeira et al. (2020), a presença de pigmentação verde nos cotilédones das sementes de soja está diretamente relacionada à sua viabilidade e vigor. Sementes esverdeadas apresentam menor qualidade fisiológica devido à maior deterioração, conforme observado pela porcentagem de sementes afetadas. A presença de clorofila parece ser um indicativo de deterioração, influenciando negativamente a qualidade das sementes de soja, comprometendo assim seu potencial germinativo e vigor.

Segundo os resultados de Cruz et al. (2021), a análise conjunta da cor do fruto e das características físicas das sementes emerge como um método eficaz para determinar a maturidade fisiológica das sementes de *Anadenanthera colubrina*. Essa abordagem destacou a importância da cor do fruto como um indicador confiável desse estágio crucial de desenvolvimento. A correlação entre a coloração dos frutos e a qualidade fisiológica das sementes sugere que a observação visual pode fornecer informações valiosas para orientar práticas de manejo e conservação dessa espécie. Esses resultados oferecem insights promissores para aprimorar estratégias de colheita e seleção de sementes, visando maximizar o sucesso reprodutivo e a preservação genética dessa importante planta.

De acordo com os resultados de Ristau et al. (2020), a maturidade fisiológica das sementes da espécie *Albizia hasslerii* está diretamente relacionada à coloração dos frutos durante a colheita. Sementes provenientes de frutos verdes demonstraram uma germinação e vigor significativamente inferiores, além de apresentarem teores elevados de água e menor matéria seca. Os pesquisadores concluíram que sementes com alto potencial fisiológico são encontradas em frutos com coloração 100% marrom, indicando seu completo amadurecimento. No entanto, eles observaram que a partir de 50% de coloração marrom, as sementes já podem ser colhidas com resultados satisfatórios, o que sugere um ponto de colheita mais flexível, facilitando o manejo e a produção dessa espécie vegetal. Essas descobertas são

cruciais para orientar práticas de coleta e conservação de sementes, visando melhorar a eficiência e o sucesso reprodutivo de *Albizia hasslerii* em ambientes naturais e cultivados.

Na legislação vigente, não há uma porcentagem mínima de vigor estabelecida para que as sementes de soja sejam consideradas de boa qualidade para comercialização (BRASIL, 2009). No entanto, no laboratório da Lar Cooperativa Agroindustrial, onde os testes foram conduzidos, adota-se o critério de que vigores inferiores a 74% são classificados como baixos e inviáveis para comercialização. Valores entre 75% e 84% são considerados médios, entre 85% e 89% são classificados como altos, e acima de 90% são considerados muito altos. Com base nessa escala, as porcentagens de vigor obtidas nos testes realizados foram classificadas como muito altas, indicando excelente qualidade e evidenciando que o esverdeamento presente nos tegumentos das sementes não afetou o potencial fisiológico delas nos períodos de armazenamento avaliados.

Na Tabela 3, são apresentados os dados de vigor para os diferentes períodos de armazenamento das sementes. Pode-se observar que não foram encontradas diferenças significativas entre as sementes testadas.

Tabela 3. Vigor de sementes de soja cultivar NA5909 RG, submetidas a diferentes dias de armazenamento.

Período de armazenamento (dias)	Vigor (%)
0	94,41 a
15	93,00 a
30	91,33 a
45	94,00 a

Fonte: Autores (2021).

Os períodos de armazenamento estudados não foram suficientes para causar danos ou perda de qualidade nas sementes e plântulas, sugerindo que, mesmo com o tegumento esverdeado, as sementes mantêm-se de boa qualidade.

Em um estudo anterior realizado por Zanatta et al. (2018), a cultivar 5909 apresentou um vigor de 93%. Comparando esse resultado com os obtidos neste trabalho (Tabela 2), verifica-se que os valores são semelhantes, o que sugere que as cultivares testadas são vigorosas.

Os resultados deste estudo atenderam aos critérios de qualidade para germinação estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Apesar do leve esverdeamento, não houve comprometimento significativo no vigor, com todas as porcentagens classificadas como muito altas. Não foram encontradas diferenças significativas no vigor entre os períodos de armazenamento, sugerindo que não causaram danos às sementes e plântulas. Futuros

estudos podem investigar outros aspectos da qualidade das sementes, como a influência de diferentes condições de armazenamento e técnicas de processamento, visando melhorar ainda mais a qualidade das sementes utilizadas na agricultura.

CONCLUSÕES

Os três tipos de sementes de soja da cultivar NA5909 RG, juntamente com o período de armazenamento utilizado, tiveram pouca interferência na qualidade e no potencial fisiológico do lote de sementes analisado. Os efeitos bióticos e abióticos, como o período de armazenamento, influenciaram minimamente na expressão máxima do potencial das sementes.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, F.S.; FROEHLICH, J.M.; CALDAS, N.V. Três mitos, três incômodas verdades sobre o agronegócio brasileiro. **Estudios Rurales**, v. 14, n. 29, p. 1-19, 2024.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Safra Brasileira de Grãos. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 12 out. 2022.
- CRUZ, M.S.F.V.; MALAVASI, M.M.; RISTAU, A.C.P.; MALAVASI, U.C.; DRANSKI, J.A.L. Maturidade de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. **Ciência Florestal**, v. 31, p. 515-532, 2021.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Área plantada de soja**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.
- KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B.; MARCOS-FILHO, J. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. 2ed. Londrina: ABRATES, 2020.
- KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de Sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: ABRATES, 1999, 218 p.
- MACÊDO, D.B.; OLIVEIRA, L.B.; OLIVEIRA, L.B.; CARVALHO, L.B.R.; CARVALHO, L.Z.S.R. Análise de qualidade fisiológica em cultivares de soja submetidas a testes de vigor. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 2, p. e3109-e3109, 2024.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: Abrates, 2015.
- NEITZKE, T.R.; ROSA, R.; AMBROSANO, L.; SILVA, C.A.T.; SILVA, T.R.B. Análise de componentes agronômicos e suas correlações na cultura da soja. **Peer Review**, v. 6, n. 5, p. 281-296, 2024.
- NUNES, G.H.C.; MARTINS, A.B.N.; TUNES, L.V.M.; SILVA, T.A.; ALMEIDA, A.S.; PEREIRA, A.F.L.; TREMEA, M.C.; SOUZA, J.P.N. Sementes esverdeadas e qualidade de sementes de soja produzidas em campos de multiplicação com diferentes altitudes no sudoeste goiano. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, v. 16, n. 10, p. 23563-23581, 2023.
- PELISSARI, F.; COIMBRA, R.C. Sementes de soja esverdeadas: causas e consequências na qualidade fisiológica. **Scientific Electronic Archives**, v. 16, n. 4, p. 86-93, 2023.
- RISTAU, A.C.P.; MALAVASI, M.M.; CRUZ, M.S.F.; MALAVASI, U.C.; DRANSKI, J.A.L. Momento de colheita de sementes de *Albizia hasslerii* (Chod.) Burkart em função da cor do fruto. **Ciência Florestal**, v. 30, p. 556-564, 2020.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I.M.; MURPHY, A.; OLIVEIRA, P.L.; MASTROBERTI, A.A.; DIVAN JUNIOR, A.M.; SANTARÉM, E.R.; MARIATH, J.E. A.; LIMA, J.C.; ASTARITA, L.V.; ROSA, L.M.G.; SANTOS, R.R. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- TEIXEIRA, S.B.; SILVA, J.G.; MENEGUZZO, M.R.R.; MARTINS, A.B.N.; MENEGHELLO, G.E.; TUNES, L.V.M. Green soybean seeds: effect on physiological quality. **Ciência Rural**, v. 50, n. 2, p. e20180631, 2020.
- ZANATTA, T.P.; KULCZYNSKI, S.M.; DELLA LIBERA, D.; TESTA, V.; FONTANA, D.C.; WERNER, C.J.; BALLEEN, E.M. 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.