

Qualidade de sementes de soja cultivar RR 8473 RFS armazenadas em ambiente refrigerado e não refrigerado

Marcio Ens Lander¹, Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho², Fernando Rezende Côrrea³, Hellen Regina Fernandes Batista-Ventura² & Matheus Vinicius Abadia Ventura^{1,2}

¹ Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil

² Instituto Federal Goiano, Rio Verde, Goiás, Brasil

³ Estação de Pesquisa DeLollo, Rio Verde, Goiás, Brasil

Correspondência: Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho, Laboratórios de Química Tecnológica e de Hidráulica e Irrigação, Instituto Federal Goiano, Rio Verde, Goiás, Brasil. E-mail: astronomoamadorgoias@gmail.com

Recebido: Outubro 12, 2022

Aceito: Novembro 30, 2022

Publicado: Dezembro 01, 2022

Resumo

Durante o período de pós-colheita, as sementes estão susceptíveis a diversos fatores que podem reduzir o potencial fisiológico e vigor. A taxa de deterioração das sementes é influenciada por fatores genéticos, métodos de manejo e condições de armazenamento. O experimento foi realizado na UBS (Unidade de Beneficiamento de Sementes) da Fazenda São Francisco, no município de Rio Verde, Goiás, Brasil. Os tratamentos consistiram na colheita de semente em: 1 - pós-precipitação, armazenadas em ambiente climatizado; 2 - pós-precipitação, armazenadas em ambiente não climatizado; 3 - pré-precipitação, armazenadas em ambiente climatizado, e 4 - pré-precipitação, armazenadas em ambiente não climatizado. Foram realizados testes para avaliação da qualidade iniciam-se com a avaliação da qualidade logo após a colheita, bimestralmente de acordo com os testes padrões para verificação da qualidade até a data de uma possível realização de plantio em condição de campo (safra 21/22), (AR (emergência em areia), TZ (tetrazólio), EA 72 h (envelhecimento acelerado 72 h), EA 48 h (envelhecimento acelerado 48 h), EA 24 h (envelhecimento acelerado 24 h) e ES (emergência em canteiro de solo). As sementes colhidas em pré ou pós-precipitação e acondicionadas em ambiente climatizado apresentaram resultados com maior vigor e viabilidade.

Palavras-chave: Vigor, *Glycine max*, Viabilidade, Safra de soja, Análises de sementes.

Abstract

During the post-harvest period, seeds are susceptible to several factors that can reduce physiological potential and vigor. The rate of seed deterioration is influenced by genetic factors, management methods and storage conditions. The experiment was carried out at the SPU (Seed Processing Unit) at Fazenda São Francisco, in the municipality of Rio Verde, Goiás, Brazil. The treatments consisted of seed harvesting in: 1 - post-precipitation, stored in an acclimatized environment; 2 - post-precipitation, stored in a non-air-conditioned environment; 3 - pre-precipitation, stored in an air-conditioned environment; 4 - pre-precipitation, stored in a non-air-conditioned environment. Tests were carried out to assess the quality, starting with the quality assessment right after the harvest, bimonthly according to the standard tests for quality verification until the date of a possible planting in field conditions (harvest 21/22) (AR (emergence in sand), TZ (tetrazolium), EA 72h (accelerated aging 72 h), EA 48 h (accelerated aging 48 h), EA 24 h (accelerated aging 24 h) and ES (Emergence in soil bed). seeds harvested before or after precipitation and stored in a climate-controlled environment showed greater vigor and viability.

Keywords: Vigor, *Glycine max*, Viability, Soy crop, Seed analysis.

Resumen

Durante el período posterior a la cosecha, las semillas son susceptibles a varios factores que pueden reducir el potencial fisiológico y el vigor. La tasa de deterioro de las semillas está influenciada por factores genéticos, métodos de manejo y condiciones de almacenamiento. El experimento fue realizado en la UPS (Unidad de Procesamiento de Semillas) en la Fazenda São Francisco, en el municipio de Rio Verde, Goiás, Brasil. Los

tratamientos consistieron en cosecha de semillas en: 1 - posprecipitación, almacenadas en ambiente aclimatado; 2 - posprecipitación, almacenado en ambiente no climatizado; 3 - preprecipitación, almacenada en ambiente climatizado, y 4 - preprecipitación, almacenada en ambiente no climatizado. Se realizaron pruebas para evaluar la calidad, comenzando con la evaluación de calidad inmediatamente después de la cosecha, bimensualmente según las pruebas estándar para verificación de calidad hasta la fecha de una posible siembra en condiciones de campo (cosecha 21/22), (AR (emergencia en arena), TZ (tetrazolio), EA 72 h (envejecimiento acelerado 72 h), EA 48 h (envejecimiento acelerado 48 h), EA 24 h (envejecimiento acelerado 24 h) y ES (emergencia en suelo de obra).

Palabras clave: Vigor, *Glycine max*, Viabilidad, Cultivo de soja, Análisis de semillas.

1. Introdução

Um dos setores da economia que tem sido fundamental para a geração de riquezas para o país é o agronegócio. O Brasil destaca-se como um dos maiores produtores de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) do mundo. A produtividade dessa leguminosa considerando a sua capacidade genética é elevada (Dourado Neto et al., 2012; Cavalcante et al., 2020). O Brasil, é o maior produtor de soja do mundo, a produtividade média nacional no ano safra 2021/2022 foi de 3.029 kg ha⁻¹, em uma área de 41.452,0 mil ha⁻¹, com uma produção de 125.552,3 mil toneladas (Conab, 2022).

O desenvolvimento da cultura da soja é influenciado por diversos fatores, principalmente aos inerentes a qualidade da produção de sementes com alta performance, livre do ataque de pragas e fitopatógenos, que darão origem a plantas com alto vigor (Aguiar et al., 2012). Todavia, mesmo com o uso de diferentes técnicas, há diversas perdas qualitativas e quantitativas durante o processo de pós-colheita, principalmente na etapa do armazenamento, pois as sementes são frequentemente afetadas por fatores externos como temperatura e umidade relativa do ar (UR) (Leite et al., 2018).

Durante o período de pós-colheita, as sementes estão susceptíveis a diversos fatores que podem reduzir o potencial fisiológico e vigor. A taxa de deterioração das sementes é influenciada por fatores genéticos, métodos de manejo e condições de armazenamento. A temperatura e a UR, pode alterar e influenciar os processos de deterioração das sementes armazenadas (Ohlson et al., 2010). A deterioração da semente é um processo irreversível, mas que pode ser controlado por meio do manejo eficiente e correto das condições de ambiente durante o armazenamento (Ohlson et al., 2010; Marcos Filho, 2015).

Normalmente, as sementes de soja são armazenadas em condições convencionais nas quais a temperatura do ar varia de 20 °C e 25 °C e a UR entre 65% e 70%. O ideal é que as sementes sejam armazenadas em câmara fria, em uma temperatura aproximada de 10 °C e com uma umidade relativa do ar de 50% (Giselli, 2016). Ambientes com baixa temperatura e UR controlada, favorecem a manutenção do potencial fisiológico das sementes (Nik et al., 2011; Araújo et al., 2017; Moreira et al., 2019; Ferreira; Bazzo, 2020).

O tempo de armazenamento das sementes pode agravar a deterioração. Um dos métodos alternativos utilizados para reduzir esse problema é o resfriamento artificial. No entanto, de acordo com Zuchi et al. (2013) embora as sementes de soja resfriadas artificialmente tenham um potencial fisiológico maior em comparação com as sementes não resfriadas durante o armazenamento, elas podem não apresentar um benefício significativo quando armazenadas por 120 dias.

A qualidade da semente é um fator de extrema importância para se atingir a produtividade desejada e o armazenamento é uma prática essencial que pode ajudar a manter a qualidade fisiológica da semente e é uma forma de preservar o vigor da semente e mantê-la viável até a futura semeadura (Schons et al., 2017). Segundo Cardoso et al. (2012), o processo de deterioração é inevitável, entretanto, é um processo que pode ser adiado dependendo das condições de armazenamento e das características físico-químicas das sementes. O aumento da taxa de respiração é proporcional ao aumento da temperatura, que depende do teor de água das sementes. Sementes com teor de água superior a 14% (b.u.) tem sua respiração aumentada, o que favorece à deterioração (Giselli, 2016).

Dentre os fatores que interferem nas características de qualidade das sementes, a colheita é uma etapa importante no processo produtivo. Atraso na colheita devido à maturidade fisiológica afeta negativamente a qualidade das sementes produzidas (Diniz et al., 2013), no entanto, para a cultura da soja, a alta umidade nas sementes dificulta o processo mecânico de colheita e, portanto, requer espera pela redução da umidade natural das sementes (Mathias et al., 2017). Mesmo em áreas com clima recomendado para a produção de sementes, mudanças nas condições climáticas como umidade relativa, temperatura e alta pluviosidade podem aumentar a porcentagem de

rachaduras e enrugamento do tegumento, resultando na aceleração do processo de deterioração e uma maior exposição do tecido embrionário ao ambiente (Mathias et al., 2017).

Partindo da hipótese de que a qualidade de sementes de soja pode ser influenciada pelas condições climáticas da colheita e do ambiente de armazenamento, objetivou-se com o presente estudo, avaliar o efeito pluviométrico durante a colheita e da condição de armazenamento, bem como verificar a eficiência da refrigeração do ambiente para o armazenamento de sementes.

2. Material e Métodos

O experimento foi realizado na UBS (Unidade de Beneficiamento de Sementes) da Fazenda São Francisco, pertencente a empresa Sementes São Francisco® (17°29'38,44"S e 51°36'04,31"W), Rio Verde, Goiás, Brasil.

A colheita do cultivar de soja RR – 8473 RFS destinado a semente ocorreu em duas etapas, uma antes e outra depois de uma ocorrência chuvosa de aproximadamente 25 mm ocorrida durante a colheita. O final do beneficiamento ocorreu em 25/04/2021, onde foi coletada uma amostra de 1 kg de cada lote produzido, somando 80 kg de sementes, representando todos os lotes produzidos para cada etapa de colheita separadamente. Estes 80 kg de sementes foram homogeneizados sem separação por peneiras, e divididos em 2 tratamentos de 40 kg para cada etapa de colheita (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição dos tratamentos, safra 2021/2022, município de Rio Verde, Goiás, Brasil.

Tratamentos	Condições da colheita	Armazenamento
1	Pós-precipitação	Climatizado
2	Pós-precipitação	Não climatizado
3	Pré-precipitação	Climatizado
4	Pré-precipitação	Não climatizado

Fonte: Autores, 2022.

Durante o experimento, o monitoramento do ambiente foi realizado diariamente durante 6 meses, ou até todos os testes estarem concluídos, a partir da data do armazenamento com monitoramento da temperatura máxima e mínima do ambiente e da massa dos tratamentos, e umidade relativa máxima e mínima do ambiente, as médias estão dispostas na (Figura 1, A e B).

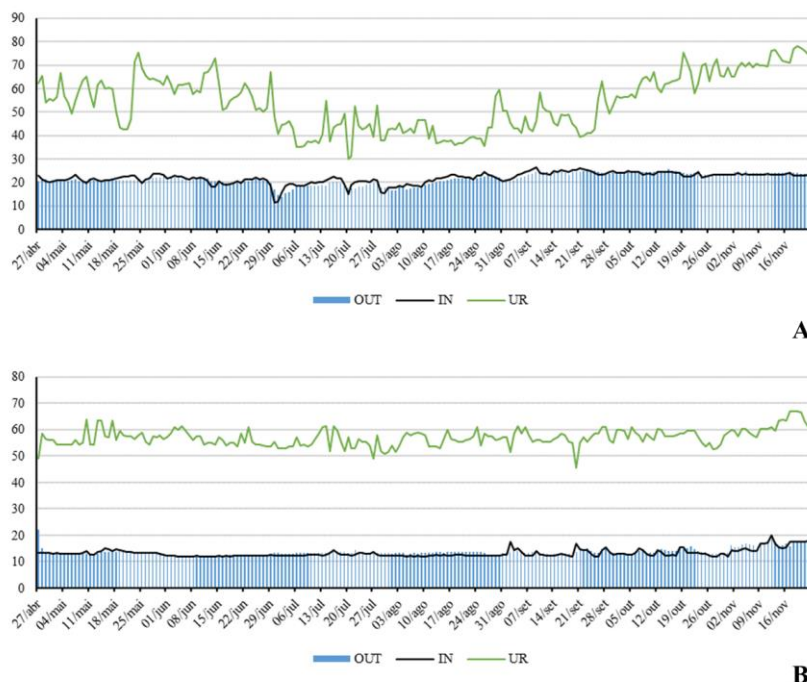


Figura 1. Em (A) controle de temperatura do ambiente não refrigerado, e em (B) controle de temperatura do ambiente refrigerado, safra 2021/2022, município de Rio Verde, Goiás, Brasil. Legenda: OUT - sensor externo do termohigrômetro presente na massa do tratamento; IN - sensor interno do termohigrômetro medindo o ambiente; UR - umidade relativa medida no ambiente. Fonte: Autores, 2022.

Os testes realizados para avaliação da qualidade iniciam-se com a avaliação da qualidade logo após a colheita, e demais testes (Tabela 2), realizados bimestralmente de acordo com os testes padrões para verificação da qualidade até a data de uma possível realização de plantio em condição de campo (safra 21/22).

Tabela 2. Descrição das avaliações e épocas, safra 21-22, Rio Verde, Goiás, Brasil.

Coleta das amostras	Testes*
Pós beneficiamento	AR, TZ, EA 72 h
60 dias	AR, EA 48 h
120 dias	AR, TZ, EA 24 h
180 dias	AR, TZ, EA 24 h

Nota: (*) AR (emergência em areia), TZ (tetrazólio), EA 72h (envelhecimento acelerado 72 horas), EA 48h (envelhecimento acelerado 48 horas), EA 24h (envelhecimento acelerado 24 horas) e ES (Emergência em canteiro de solo). Fonte: Autores, 2022.

O delineamento experimental para emergência em areia (AR) e emergência em solo (ES) utilizado, foi em blocos casualizados composto por quatro repetições de 200 sementes sendo duas sub-amostras de 100 sementes para cada repetição. Estes testes foram conduzidos em ambiente natural com irrigação, e as datas de contagem variaram de acordo com as condições climáticas em função das temperaturas.

Para o tetrazólio (TZ) o delineamento utilizado foi em blocos casualizados da montagem do teste com quatro repetições de 100 sementes. Para os envelhecimentos acelerados (EA's) o delineamento utilizado foi em blocos casualizados da montagem do teste com quatro repetições de 200 sementes. As sementes foram acondicionadas a uma temperatura de 42 °C durante 72, 48 e 24 h em D.B.O. (Demanda Bioquímica de Oxigênio), sendo posteriormente submetidas ao teste de germinação em papel germitest e em sala de germinação com luminosidade constante e temperatura controlada à 25 °C conforme descrito por RAS (2009).

As avaliações nos EA's foram de número de plântulas normais com comprimento de plântulas, sendo, plântulas: > 15 cm fortes; < 15 cm e > 8 cm médias; < 8 cm e > 4 cm fracas (a contar do cotilédone até a ponta da raiz axial), avaliando ainda número de plântulas anormais e sementes mortas (Krzyzanowski, 1991; Vanzolini et al., 2007; Cirino et al., 2022). Os dados foram submetidos a análise de variância $p < 0,05$, e em caso de significância foram submetidos ao teste de média Tukey com $p < 0,05$, utilizando o software estatístico SISVAR® (Ferreira, 2011).

3. Resultados e Discussão

As sementes submetidas ao teste de envelhecimento acelerado de 72 h em pós beneficiamento, não apresentaram efeito significativo em função dos tratamentos. O teste de tetrazólio na etapa pós beneficiamento não foi significativo. Na variável envelhecimento acelerado de 48 horas aos 60 dias após o armazenamento, os tratamentos não apresentaram efeito significativo (Tabela 3).

O teste de tetrazólio e a emergência em areia realizado aos 60 dias após o armazenamento, também não obteve efeito significativo em função dos tratamentos. Na variável emergência em areia aos 120 dias após o armazenamento, e no envelhecimento acelerado de 24 h aos 120 dias após o armazenamento apenas as plântulas forte, anormal e morta não apresentaram efeito significativo em função dos tratamentos (Tabela 3).

As sementes colhidas em pós-precipitação acondicionadas em ambiente climatizado (T1), apresentaram o maior número de plântulas fracas, anormais e mortas. Todavia, as sementes colhidas em pós-precipitação acondicionadas em ambiente não climatizado (T2) não apresentou diferença estatística do T1 para o número de plântulas mortas e anormais. As sementes colhidas em pré-precipitação e acondicionadas ou não em ambiente climatizado não diferem entre si no número de plântulas fracas, anormais e mortas. Tanto no envelhecimento acelerado de 72 h em pós beneficiamento e 48 horas o número aos 60 dias após o armazenamento, as sementes colhidas em pré-precipitação e acondicionadas ou não em ambiente climatizado, respectivamente T3 e T4 apresentaram o maior número de plântulas normais (Tabela 4). Na emergência em areia as sementes colhidas em pós-precipitação acondicionadas em ambiente climatizado (T1) obtiveram os maiores índices de emergência, porém, não difere dos tratamentos 3 e 4, que por sua vez não diferem do 2 (Tabela 4).

Sementes colhidas em condição de pós-precipitação, são mais propícias a sofrerem danos, devido ao acúmulo de água nos grãos, mesmo que estas sejam acondicionadas em ambientes climatizados ou não. Todavia, sementes colhidas antes da ocorrência de precipitação, possuem, condições para gerar indivíduos com maior vigor e viabilidade, pois estas, não sofrem com danos decorrentes do acúmulo de umidade.

No envelhecimento acelerado de 24 h aos 180 dias após o armazenamento apenas as plântulas intermediária e morta não apresentaram efeito significativo em função dos tratamentos. A emergência em areia aos 180 dias não apresentou efeito significativo em função dos tratamentos. No teste de germinação em papel "germitest" as plântulas intermediárias, fracas, anormais e mortas não foram significativas em função dos tratamentos (Tabela 5).

No teste de tetrazólio para o vigor e viabilidade das sementes, os tratamentos 1, 3 e 4 obtiveram os maiores índices de vigor e viabilidade (Tabela 6).

No envelhecimento acelerado aos 160 dias o tratamento 3 (pré-precipitação (climatizado)) obteve os maiores número de plântulas fortes, todavia, os resultados não diferem dos observados nos tratamentos 1 e 4. O número de plântulas fracas foram maiores para o tratamento 2, e menores para os tratamentos 3. Já o número de plântulas anormais foi maior nos tratamentos não climatizados (2 e 4), e menos nos tratamentos climatizados (1 e 3). O tratamento 3 apresentou o maior número de plântulas normais, porém não apresenta diferença estatística dos tratamentos 1 e 2 (Tabela 6). No teste de germinação em papel "germitest", o número de plântulas fortes foram obtidos no tratamento 3 (pré-precipitação (climatizado)). O tratamento 3 não apresenta diferença estatística do 1 e 2 (Tabela 6).

Camargo e Carvalho (2008), mostram em seu trabalho que após armazenarem sementes de milho em câmara climatizada e ambiente de armazém convencional, concluíram que a câmara climatizada manteve melhor o poder germinativo, vigor e a viabilidade das sementes. Os valores de germinação de sementes obtidos no presente estudo, estão acima do padrão estabelecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para comercialização de sementes de soja, que exige, no mínimo, 80% de germinação (Almeida et al., 2010; Ferreira; Bazzo, 2020).

Tabela 3. Resumo da análise de variância para as variáveis TZ1 (tetrazólio), EA 72 h (envelhecimento acelerado 72 horas), AR1 (emergência em areia) em pós beneficiamento; EA 48 h (envelhecimento acelerado 48 horas), AR2 (emergência em areia) aos 60 dias; TZ2 (tetrazólio), EA 24 h1 (envelhecimento acelerado 24 horas), AR3 (emergência em areia) aos 120 dias, safra 2021-22, Rio Verde, Goiás, Brasil.

		Quadrados médios				
FV	GL	EA 72 h				
		Fortes	Intermediárias	Fracas	Anormais	Mortas
Tratamentos	3	125,05 ^{ns}	54,76 ^{ns}	123,39 ^{**}	28,89 ^{**}	6,91 ^{**}
Repetições	3	11,26	30,80	11,26	12,39	0,42
Resíduo	9	83,65	36,84	10,16	4,01	0,42
CV (%)		33,68	10,91	32,60	37,94	30,38

		Quadrados médios			
FV	GL	Plantas Normais	Tz1_Vigor	Tz1_Viavel	Ar1
		Tratamentos	3	59,68 ^{**}	12,56 ^{ns}
Repetições	3	15,84	4,22	1,33	2,79
Resíduo	9	3,16	3,61	3,44	4,97
CV (%)		1,92	2,02	1,93	2,36

		Quadrados médios				
FV	GL	EA 48 h				
		Fortes	Intermediárias	Fracas	Anormais	Mortas
Tratamentos	3	90,43 ^{ns}	18,43 ^{ns}	23,10 ^{ns}	5,35 ^{ns}	0,85 ^{ns}
Repetições	3	127,05	139,64	3,35	4,39	0,02
Resíduo	9	63,26	43,69	4,39	0,85	0,36
CV (%)		32,02	10,46	29,17	24,24	74,67

		Quadrados médios	
FV	GL	Plantas Normais	Ar2
		Tratamentos	3
Repetições	3	4,29	2,79
Resíduo	9	1,23	4,97
CV (%)		1,17	2,36

		Quadrados médios		
FV	GL	Tz2_Vigor	Tz2_Viavel	Ar3
		Tratamentos	3	14,00 ^{ns}
Repetições	3	4,50	2,16	2,93
Resíduo	9	13,83	4,83	1,69
CV (%)		4,06	2,31	1,34

		Quadrados médios				
FV	GL	EA 24 h1				
		Fortes	Intermediárias	Fracas	Anormais	Mortas
Tratamentos	3	10,43 ^{ns}	117,18 [*]	136,05 [*]	3,64 ^{ns}	0,43 ^{ns}
Repetições	3	13,60	35,38	33,89	0,30	0,10

Resíduo	9	10,03	16,46	10,44	3,34	0,75
CV (%)		20,36	6,49	18,84	48,40	92,80

Nota: ^{ns} não significativo e *, ** significativo respectivamente a 5 e 1% de probabilidade segundo teste F. FV – Fonte de variação; GL – Grau de Liberdade e CV – Coeficiente de Variação. Fonte: Autores, 2022.

Tabela 4. Teste de média para o EA 72 h (envelhecimento acelerado 72 horas) em pós beneficiamento; AR1 (emergência em areia) em pós beneficiamento; EA 48 h (envelhecimento acelerado 48 horas) aos 60 dias, safra 2021-22, Rio Verde, Goiás, Brasil.

Tratamentos	Médias					
	EA 72 h				AR1	EA 48 h
	FRACAS	ANORMAIS	MORTAS	P. N.		
1 Pós-precipitação (climatizado)	17,75 a	8,87 a	3,25 a	87,87 b	96,37 a	94,25 b
2 Pós-precipitação (não climatizado)	9,37 b	5,75 ab	3,25 a	91,00 b	91,37 b	94,00 b
3 Pré-precipitação (climatizado)	5,62 b	3,62 b	0,75 b	95,62 a	96,00 ab	97,00 a
4 Pré-precipitação (não climatizado)	6,37 b	2,87 b	1,25 b	95,87 a	94,75 ab	95,75 ab
Erro padrão	1,594	1,001	0,322	0,890	1,114	0,555

Nota: P.N. – plântulas normais; médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si segundo teste Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autores, 2022.

O armazenamento em ambientes climatizados, permitem uma maior conservação do teor de água e temperatura nos lotes de sementes (Virgolino et al., 2016). A conservação do teor de água possibilita uma melhor conservação da qualidade fisiológica das sementes, corroborando em uma tolerância maior quando submetidas a temperaturas mais elevadas (Alencar et al., 2009; Mathias et al., 2017). A variação do teor de água nas sementes influencia diretamente a qualidade fisiológica (Hartmann Filho et al., 2016), Hartmann Filho et al. (2016) mostram em seu estudo que o armazenamento de grãos em ambiente não controlado apresenta um aumento no teor de água nos primeiros 45 dias, e uma redução entre 90 e 135 dias (Zuchi et al., 2013).

Sementes armazenadas em ambiente controlado e com baixas temperaturas alcançam o equilíbrio higroscópico, e não sofrem com grandes amplitudes no teor de água. Juvino et al. (2014) ao armazenarem sementes de soja por 270 dias observaram que ocorreu uma maior amplitude na variação do teor de água em ambientes não climatizados, principalmente por essas sementes sofrerem uma maior influência das mudanças de temperatura e umidade relativa do ar (Zucareli et al., 2015). Ambientes não climatizados são ineficientes na manutenção da qualidade de sementes, resultando na perda da qualidade, redução do poder germinativo, maior degradação de reservas, aumento da taxa respiratória das sementes (Carvalho et al., 2016; Neve et al., 2016).

Danos provenientes de elevadas porcentagens de umidade são consideráveis um dos mais relevantes, pois promovem danos diretos e, ainda, convêm como porta de entrada para diversos patógenos e microrganismos, resultando em uma maior degradação da semente (Ali et al., 2014). O potencial fisiológico é altamente influenciado pelo teor de água inicial da semente, que podem acelerar o metabolismo e a deterioração das sementes. Durante a colheita e o armazenamento a umidade e a temperatura, podem favorecer o desenvolvimento de patógenos e danos mecânicos (Costa et al., 2003).

Além de perdas quantitativas, as alterações climáticas e a época da colheita ocasionam perdas qualitativas às sementes. As principais fontes de danos em sementes são a colheita mecanizada e o beneficiamento. Durante o processo de colheita, as sementes ficam particularmente susceptíveis a danos imediato ou latente (Holtz; Reis, 2013). Holtz & Reis (2013) observaram aumentos significativos de perdas, em função da ocorrência de precipitação durante o processo de colheita. A umidade e a temperatura das sementes podem influenciar diretamente no processo de colheita e no armazenamento (Brandelero et al., 2018).

Tabela 5. Resumo da análise de variância para as variáveis TZ3 (tetrazólio) aos 120 dias; EA 24 h2 (envelhecimento acelerado 24 h), AR4 (emergência em areia), GERM (teste de germinação em papel “germitest”), aos 180 dias, safra 2021-22, Rio Verde, Goiás, Brasil.

FV	GL	Quadrados médios				
		TZ3_VIGOR		TZ3_VIAVEL		
Tratamentos	3	25,89 **		25,83 **		
Repetições	3	9,39		7,33		
Resíduo	9	2,56		3,16		
CV (%)		1,69		1,85		

FV	GL	Quadrados médios				
		EA 24 h2				
		FORTES	INTERMEDIÁRIAS	FRACAS	ANORMAIS	MORTAS
Tratamentos	3	297,80 *	2,67 ^{ns}	174,72 *	10,84 *	1,05 ^{ns}
Repetições	3	71,18	11,43	30,72	5,64	0,22
Resíduo	9	56,65	9,67	37,09	2,77	1,04
CV (%)		48,08	5,24	33,78	31,95	69,55

FV	GL	Quadrados médios	
		PLANTAS NORMAIS	AR4
Tratamentos	3	23,37 *	1,16 ^{ns}
Repetições	3	12,54	1,12
Resíduo	9	3,97	1,65
CV (%)		2,14	1,31

FV	GL	Quadrados médios				
		GERM				
		FORTES	INTERMEDIÁRIAS	FRACAS	ANORMAIS	MORTAS
Tratamentos	3	106,92 *	17,76 ^{ns}	32,59 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,51 ^{ns}
Repetições	3	72,64	41,80	3,43	1,26	0,30
Resíduo	9	25,59	12,51	22,05	1,77	0,14
CV (%)		28,86	5,81	26,69	38,46	70,59

Nota: ^{ns} não significativo e *, ** significativo respectivamente a 5 e 1% de probabilidade segundo teste F. FV – Fonte de variação; GL – Grau de Liberdade e CV – Coeficiente de Variação. Fonte: Autores, 2022.

Tabela 6. Teste de média para o TZ3 (teste de tetrazólio), EA 24 h2 (envelhecimento acelerado 24 h), e GERM (teste de germinação em papel “germitest”), aos 160 dias, safra 2021-22, Rio Verde, Goiás, Brasil.

Tratamentos	Médias						
	TZ3		EA 24h2				
	VIGOR	VIÁVEL	FORTES	FRACAS	ANORMAIS	P. N.	
1	Pós-precipitação (climatizado)	96,50 a	97,75 a	19,50 ab	13,87 ab	5,00 ab	93,50 ab
2	Pós-precipitação (não climatizado)	91,25 b	92,50 b	7,00 b	25,12 a	6,75 a	91,87 ab
3	Pré-precipitação (climatizado)	96,75 a	98,00 a	25,87 a	11,12 b	3,00 b	96,12 a
4	Pré-precipitação (não climatizado)	95,25 a	95,75 ab	10,25 ab	22,00 ab	6,12 ab	90,50 b
Erro padrão		0,800	0,889	3,763	3,045	0,833	0,996
Tratamentos	Médias						
	GERM						
	FORTES						
1	Pós-precipitação (climatizado)	19,12 ab					
2	Pós-precipitação (não climatizado)	11,87 b					
3	Pré-precipitação (climatizado)	23,87 a					
4	Pré-precipitação (não climatizado)	15,25 ab					
Erro padrão		0,800			0,889		

Fonte: Autores, 2022.

4. Conclusões

As sementes colhidas em pré ou pós-precipitação e acondicionadas em ambiente climatizado apresentaram maior vigor e viabilidade. Sementes colhidas em pré-precipitação e acondicionadas em ambiente climatizado apresentaram os maiores números de plântulas. Independente da precipitação durante o momento de colheita, as sementes acondicionadas em ambiente climatizado, responderam de forma expressiva nos testes realizados. A qualidade de sementes de soja do presente estudo, foram influenciadas pelo ambiente de armazenamento, onde a refrigeração apresentou maior eficiência nos testes realizados.

5. Agradecimentos

Ao Centro Universitário do Sudoeste Goiano – UniBRAS e a Fazenda São Francisco, pertencente a empresa sementes São Francisco, no município de Rio Verde, Goiás, Brasil.

6. Referências

- Aguiar, R. W. S., Brito, D. R., Ootani, M. A., Fidelis, R. R. & Peluzio, J. N. (2012). Efeito do dióxido do carbono, temperatura e armazenamento sobre sementes de soja e micoflora associada. *Revista Ciência Agronômica*, 43, 554-560. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902012000300019>
- Alencar, E. R., Faroni, L. R. D., Lacerda Filho, A. F., Peternelli, L. A. & Costa, A. R. (2009). Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13(5), 606-613. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662009000500014>
- Ali, M. R., Rahman, M. M. & Ahammad, K. U. (2014). Effect of relative humidity, initial seed moisture content

- and storage container on soybean (*Glycine max* L. Meril.) seed quality. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 39(3), 461-469. <https://doi.org/10.3329/bjar.v39i3.21989>
- Almeida, F. A. C., Jerônimo, E. S., Alaves, N. M. C., Gomes, J. P. & Silva, A.S. (2010). Estudo de técnicas para o armazenamento de cinco oleaginosas em condições ambientais criogênicas. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 12(2), 189-202.
- Araújo, M. M. V., Caneppele, M. A. B. & Trage, A. K. (2017). Grãos de soja submetidos a diferentes condições de armazenamento. *Nativa*, 5(2), 79-84. <https://doi.org/10.31413/nativa.v5i2.3871>
- Bazzo, J. H. B. & Ferreira, M. F. (2020). Tipos de embalagens e ambientes de armazenamento no potencial fisiológico de sementes de soja. *Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa*, 36(70), 157-172. <http://periodicos.unifil.br/index.php/Revistateste/article/view/1211>
- Brandelero, W., Barbacovi, A., Oliveira Rosbach, M. G., Viebrantz, C., Girardi, L. B., Mayer, A. R. & Casassola, A. (2019). Vigor e viabilidade de sementes de soja em resposta a umidade durante o processo de armazenagem. *Brazilian Journal of Development*, 5(1), 342-350. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n1-924>
- Camilo, G. L. Tratamento químico e qualidade de semente de soja no armazenamento em condições não controladas. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.
- Cardoso, R. B., Binotti, F. F. S. & Cardoso, E. D. (2012). Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 42(3), 272-278. <https://doi.org/10.1590/S1983-40632012000300006>
- Carvalho, E. R., Oliveira, J. A., Mavaieie, D. P. R., Silva, H. W. & Lopes, C. G. M. (2016). Pre-packing cooling and types of packages in maintaining physiological quality of soybean seeds during storage. *Journal of Seed Science*, 38(2), 129-139.
- Cavalcante, W. S., Da Silva, N. F., Teixeira, M. B., Cabral Filho, F. R., Nascimento, P. E. R. & Corrêa, F. R. (2020). Eficiência dos bioestimulantes no manejo do déficit hídrico na cultura da soja. *IRRIGA*, 25(4), 754-763. <https://doi.org/10.15809/irriga.2020v25n4p754-763>
- Cirino, J. C., Tormes, E. C., Rebesquini, R., Budke, D. A. & Melo, L. H. (2022). *Manual de laboratórios de controle interno de qualidade de sementes*. 1ª Ed., fevereiro, Apassul, Rio Grande do Sul, Brasil. 36 p. https://issuu.com/apassul/docs/manual_de_laborat_rios_de_controle_a627006a927330
- Conab - Companhia Nacional de Abastecimento. (2022). *Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos*, Brasília, DF, v. 12, safra 2021/22, n. 12. Décimo segundo levantamento, setembro 2022.
- Costa, N. P., Mesquita, C. M., Maurina, A. C., França Neto, J. B., Krzyzanowski, F. C. & Henning, A. A. (2003). Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. *Revista Brasileira de Sementes*, 25, 128-132. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222003000100020>
- Diniz, F. O., Reis, M. S., Araújo, E. F., Dias, L. A. S., Sediyaama, T. & Sediyaama Bhering, C. A. Z. (2013). Incidence of pathogens and field emergence of soybean seeds subjected to harvest delay. *Journal of Seed Science*, 35, 478-484. <https://www.scielo.br/j/jss/a/MTL9k3QWGRgTwHhxMBtGx5S/abstract/?lang=en>
- Dourado Neto, D., Dario, G. J. A., Martin, T. N., Silva, M. R., Pavinato, P. S., Habitzreite, T. L. (2012). Adubação mineral com cobalto e molibdênio na cultura da soja Mineral fertilizer with cobalt and molybdenum in soybean. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(1), 2741-2752.
- Hartmann Filho, C. P., Goneli, A. L. D., Masetto, T. E., Martins, E. A. S. & Oba, G. C. (2016). The effect of drying temperatures and storage of seeds on the growth of soybean seedlings. *Journal of Seed Science*, 38(4), 287-295. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v38n4161866>
- Holtz, V. & Reis, E. F. D. (2013). Perdas na colheita mecanizada de soja: uma análise quantitativa e qualitativa. *Revista Ceres*, 60(1), 347-353. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000300007>
- Juvino, A. N., Resende, O., Costa, L. M. & Sales, J. D. F. (2014). Vigor da cultivar BMX Potência RR de soja durante o beneficiamento e períodos de armazenamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18(8), 844-850. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n08p844-850>
- Krzyzanowski, F. C. (1991). *Teste de comprimento de raiz de plântula de soja*. Informativo ABRATES, Brasília, 2(1), 11-14.
- Leite, K., Bonome, L., Morais, M., Reginatto, M., Giovanetti, L., & Moura, G. (2018). Qualidade fisiológica e controle de *Aspergillus* spp. em sementes de feijão tratadas com óleos essenciais durante o armazenamento.

Cadernos de Agroecologia, 13(1), 1-7.

- Marcos Filho, J. (2015). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. 2ª Ed., Londrina: ABRATES.
- Mathias, V.; Pereira, T.; Mantovani, A.; Zílio, M.; Miotto, P. & Coelho, C. M. M. (2017). Implicações da época de colheita sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja. *Revista Agro@ mbiente on-line*, 11(3), 223-231. <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v11i3.3894>
- Moreira, E. G. S., Basílio, S. A., Milan, M. D., Arruda, N. & Benett, K. S. S. (2019). Hydrocooling efficiency on postharvest conservation and quality of arugula. *Revista de Agricultura Neotropical*, 6(4), 36-41. <https://doi.org/10.32404/rean.v6i4.3457>
- Neve, J. M., Oliveira, J. A., Silva, H. P. D., Reis, R. D. G., Zuchi, J. & Vieira, A. R. (2016). Quality of soybean seeds with high mechanical damage index after processing and storage. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 20, 1025-1030. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n11p1025-1030>
- Nik, S. M. M., Tilebeni, H. G., Jae, G., Sadeghi, M., Sedighi, E. (2011). Free fatty acid and electrical conductivity changes in cotton seed (*Gossypium hirsutum*) under seed deteriorating conditions. *International Journal of AgriScience*, 1(2), 62-66.
- Ohlson, O. C., Krzyzanowski, F. C. & Caieiro, J. T. (2010). Teste de envelhecimento acelerado em sementes de trigo. *Revista Brasileira de Sementes*, 32(4), 118 -124.
- Ras – Regras para análise de sementes. (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 1ª Ed., Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- Schons, A., Da Silva, C. M., Pavan, B. E., Da Silva, A. V. & Mielezrski, F. (2017). Respostas do genótipo, tratamento de sementes e condições de armazenamento no potencial fisiológico de sementes de soja. *Revista de Ciências Agrárias*, 41(1), 109-121. <https://doi.org/10.19084/RCA17183>
- Vanzolini, S., Araki, C. A. S., Silva, A. C. T. M. & Nakagawa, J. (2007). Teste de comprimento de plântulas na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 29(2), 90-96.
- Virgolino, Z. Z., Resende, O., Gonçalves, D. N., Marçal, K. A. F. & Sales, J. F. (2016). Physiological quality of soybean seeds artificially cooled and stored in different packages. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 20(5), 473-480. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n5p473-480>
- Zucareli, C., Brzezinski, C. R., Abati, J., Werner, F., Ramos Júnior, E. U. & Nakagawa, J. (2015). Qualidade fisiológica de sementes de feijão carioca armazenadas em diferentes ambientes. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19(8), 803-809. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n8p803-809>
- Zuchi, J., França-Neto, J. D. B., Sediyaama, C. S., Lacerda Filho, A. F. D. & Reis, M. S. (2013). Physiological quality of dynamically cooled and stored soybean seeds. *Journal of Seed Science*, 35(3), 353-360. <https://www.scielo.br/j/jss/a/W7HyTqpChrsS8TWf6sfMJZH/abstract/?lang=en>

Copyrights

Copyright for this article is retained by the author(s), with first publication rights granted to the journal.

This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).