



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ**  
**CAMPUS URUÇUI**  
**CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA**

**JOSÉ PEREIRA DE ARAÚJO NETO**

**QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA SUBMETIDAS AO RETARDAMENTO DE  
COLHEITA**

**URUÇUI-PI**

**2023**

JOSÉ PEREIRA DE ARAUJO NETO

QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA SUBMETIDAS AO RETARDAMENTO DE  
COLHEITA

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)  
apresentado como exigência parcial para obtenção  
do diploma do Curso de Engenharia Agrônoma do  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia  
do Piauí, Campus Uruçuí.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Oliveira Diniz.

URUÇUÍ

2023

## QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA SUBMETIDAS AO RETARDAMENTO DE COLHEITA

José Pereira de Araújo Neto<sup>1</sup>  
Fábio Oliveira Diniz<sup>2</sup>

### RESUMO

A semente possui a máxima capacidade de germinação e vigor na maturidade fisiológica, o que na cultura da soja ocorre no estágio fenológico R7. Todavia, nesta fase a colheita mecanizada é inviável, o que infelizmente, pode comprometer a qualidade das sementes à medida que permanecem no campo sob condições climáticas desfavoráveis. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade de sementes de soja submetidas ao retardamento de colheita. O experimento foi conduzido na safra 2022/2023, na área experimental da Fazenda Escola e no Laboratório de Agropecuária do *Campus* Uruçuí - IFPI. Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas 6x3, com quatro repetições. As parcelas foram representadas pelas cultivares: Olimpo IPRO, Extrema IPRO, Domínio IPRO, TMG 2379 IPRO, Ataque I2x, M8606 I2X e as subparcelas constituídas por três épocas de colheita: estágio R8, R8+10 e R8+20 dias. Foram realizados os testes: teor de água; peso de mil sementes; teste de germinação; teste de condutividade elétrica, envelhecimento acelerado e o teste de emergência em campo, com determinação da porcentagem e do índice de velocidade de emergência. A germinação é prejudicada quando as sementes são colhidas em R8+20 dias, ao passo que as sementes colhidas 10 dias após o R8 apresentam elevação da CE e redução da emergência em campo e do IVE. Portanto, a capacidade de germinação das sementes só é comprometida quando colhidas 20 dias após R8 e o vigor é diminuído com o retardamento de colheita R8+10 dias, a depender do genótipo.

**Palavras-chave:** *Glycine max*; atraso da colheita; época de colheita; vigor de sementes.

### ABSTRACT

The seed has maximum germination capacity and vigor at physiological maturity, which in soybean crops occurs at the R7 phenological stage, when the harvest should be carried out. However, at this stage, mechanized operations are impractical and must be delayed for a few days, which unfortunately can compromise the quality of the seeds as weather conditions become unfavorable. The objective of this study was to evaluate the quality of soybean seeds subjected to harvest delay. The experiment was conducted in the 2022/2023 harvest, in the experimental area of the Fazenda Escola and in the Agricultural Laboratory of the Uruçuí Campus - IFPI. A randomized block design was used, in a 3 x 6 split plot scheme, with four replications. The plots were represented by cultivars; Olimpo IPRO, Extrema IPRO, Domínio IPRO, TMG 2379 IPRO, Attack I2x, M8606 I2X and the subplots consisting of three harvest times: stage R8, R8+10 and R8+20 days. The following tests were carried out: water content; weight of a thousand seeds; germination test on germitest paper; electrical conductivity test, accelerated aging and emergency field test, with determination of the percentage and emergency speed index. The IVE is affected after 10 days, germination after EA was significantly reduced after 20 days, and the EC shows greater leaching after 10 days of delay. Germination is affected when seeds are harvested 20 days after R8 and vigor is compromised with the delay R8+10 days, depending on the genotype.

**Keywords:** *Glycine max*; Harvest delay; Harvest time; Seed vigor.

---

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Agrônoma. Instituto Federal do Piauí – Campus Uruçuí. E-mail: josearapereneto@gmail.com

<sup>2</sup>Prof. Dr. Instituto Federal do Piauí – *Campus* Uruçuí. E-mail: fabio.diniz@ifpi.edu.br

Data de aprovação: 13/12/2023

## 1 INTRODUÇÃO

A prosperidade da cultura de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é influenciada por diversos elementos, dentre eles, a utilização de sementes de alta qualidade, uma vez que possibilita a obtenção de plantas vigorosas, com potencial para alcançar o desempenho produtivo esperado para o genótipo (França-Neto *et al.*, 2016).

Para alcançar a produção de sementes de soja de alta qualidade, especialmente em áreas tropicais e subtropicais, alguns obstáculos devem ser superados pela indústria de sementes, o que exige o emprego de técnicas específicas e cuidadosamente planejadas (Peske; Barros; Schuch, 2019).

A qualidade das sementes de soja pode ser impactada por fatores que têm origem no campo, incluindo danos provocados por percevejos, prejuízos causados pela umidade excessiva, bem como danos mecânicos que ocorrem durante o processo de colheita (Krzyzanowski; França-Neto; Henning, 2018). A intensidade desses danos também varia de acordo com características genéticas, específicas de cada cultivar (Gris *et al.*, 2010; Lima *et al.*, 2007).

A maturidade fisiológica das sementes de soja ocorre no estágio fenológico R7, quando a colheita deveria ser realizada. Contudo, essa recomendação não pode ser atendida, devido ao elevado teor de água, especialmente se a época de colheita coincidir com períodos chuvosos ou orvalho e combinado com temperaturas elevadas, o que pode resultar em danos irreversíveis à qualidade das sementes (Vergara *et al.*, 2019; Carvalho; Nakagawa, 2012;)

Neste sentido, o retardamento da colheita pode intensificar o processo de deterioração das sementes, que será tanto mais severo à medida em que se prolonga a permanência em campo e sob condições climáticas desfavoráveis (Fialho *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2016). Estes fatores ambientais também favorecem a incidência de microrganismos fitopatogênicos, especialmente de fungos (Zuffo *et al.*, 2017; Marcos-Filho, 2015).

Nessa perspectiva, várias pesquisas têm sido realizadas em diversas regiões e têm comprovado os efeitos prejudiciais do atraso na colheita sobre qualidade das sementes, como observado em Pelotas, Rio Grande do Sul (Vergara *et al.*, 2019), em Gurupi, Tocantins (Xavier *et al.*, 2015) e Viçosa, Minas Gerais (Diniz *et al.*, 2013).

Porém, ainda há lacuna de informações a respeito das consequências do atraso da colheita de sementes soja no Cerrado piauiense, onde a cultura tem ganhado notoriedade no estado.

Portanto, o objetivo desse estudo foi avaliar a qualidade das sementes de soja submetidas ao retardamento da colheita, nas condições do Cerrado piauiense, especificamente, no município de Uruçuí – Piauí.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido nos meses de março a maio de 2023 na área experimental da Fazenda Escola, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - *Campus Uruçuí*, no município de Uruçuí – PI (7°16'32,7"S, 44°30'21,2"O). Segundo Koppen, o clima da região é Aw, tropical com abundância de chuvas no verão, temperatura média anual de 27,2 °C e pluviosidade média anual é 1069 mm. As sementes foram produzidas na referida área, em condição de sequeiro.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas 6 x 3, com quatro repetições. As parcelas foram representadas por seis cultivares de soja: Olimpo IPRO, Extrema IPRO, Domínio IPRO, TMG 2379 IPRO, Ataque I2x, M8606 I2X (Tabela 1). As subparcelas foram constituídas por três épocas de colheita: estádios R8 (quando 95% das vagens apresentarem cores típicas de maturação), R8+10 e R8+20 dias após o estádio R8. Cada subparcela foi constituída por 4 linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento de 0,50 m, considerando como área útil as duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade.

Para a determinação do peso de mil sementes (PMS) de cada cultivar e no pós-colheita, empregou-se oito subamostras de 100 sementes, pesadas em balança de precisão (0,001 g), com os resultados apresentados em grama e padronizado para 13% de umidade (Brasil, 2009).

**Tabela 1.** Características agrônômicas de seis cultivares de soja.

| CULTIVARES   | GM  | HC              | PMS-CV (g) | PMS-R8 (g) |
|--------------|-----|-----------------|------------|------------|
| OLIMPO IPRO  | 8.0 | INDETERMINADO   | 171        | 168        |
| EXTREMA IPRO | 8.1 | INDETERMINADO   | 181        | 145        |
| DOMINIO IPRO | 8.4 | INDERTEMINADO   | 181        | 149        |
| TMG2379 IPRO | 7.9 | SEMIDETERMINADO | 153        | 135        |
| ATAQUE I12X  | 8.1 | INDETERMINADO   | 161        | 143        |
| M8606 I2X    | 8.6 | DETERMINADO     | 143        | 117        |

Grupo de maturidade (GM), Hábito de crescimento (HC), Peso de mil sementes cultivar (PMS CV) e Peso de mil sementes em R8 (PMS – R8). Fonte: ARAÚJO NETO, J.P. 2023.

Após a colheita, as sementes foram encaminhadas para o Laboratório de Agropecuária do IFPI. A debulha foi realizada manualmente, segundo a cultivar e a época. Posteriormente, as sementes foram mantidas em condições ambientais de laboratório, até o início dos testes.

Para a aferição do teor de água (%) foi empregado o método da estufa a  $105 \pm 3$  °C por 24 horas. Para tanto, foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para cada cultivar, sendo resultados expressos em porcentagem (Brasil, 2009).

Para as variáveis germinação (G) e primeira contagem de germinação (PCG) foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes para cada tratamento. As sementes foram distribuídas entre três folhas de papel germitest, umedecidas com água destilada na quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco e mantidas a 25 °C, sob fotoperíodo de 8 horas. A avaliação foi realizada aos cinco e oito dias após o início do teste, computando-se a porcentagem de plântulas normais (Brasil, 2009).

O teste de emergência em campo (EC) foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes na profundidade de aproximadamente 3,0 cm e dispostas em fileiras de 1 m de comprimento e 0,3 m entre linhas. As observações decorreram diariamente até a estabilização do número de plântulas emergidas, no qual os resultados foram apresentados em porcentagem de emergência. O índice de velocidade de emergência (IVE) foi realizado de forma conjunta com o teste de emergência, baseando-se na metodologia desenvolvida por Maguire (1962).

$$IVE = \frac{N1}{D1} + \frac{N2}{D2} \dots \frac{Nn}{Dn}$$

em que:

IVE: índice de velocidade de emergência;

N1: número de plântulas emergidas na 1ª contagem;

D1: número de dias a partir da semeadura até a 1ª contagem;

Nn: número de plântulas emergidas na última contagem;

Dn: número de dias da semeadura à última contagem.

A condutividade elétrica (CE) dos exsudados liberados pelas sementes foi determinada empregando-se quatro repetições de 50 sementes de cada tratamento em copos plásticos de 300 mL e pesadas em balança analítica, adicionado 75 mL de água destilada em cada recipiente. Os recipientes foram colocados em incubadora com temperatura constante de 25 °C. Após 24 horas de incubação, as sementes decorreram de agitação suaves para homogeneização da solução e a condutividade elétrica foi medida com condutivímetro (Tecnopon mCA-150) e os resultados apresentados em  $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$  de sementes (Dutra; Vieira, 2006).

O envelhecimento acelerado (EA) foi realizado com aproximadamente 250 sementes distribuídas sobre tela de alumínio fixada no interior de caixas plásticas transparentes tipo “gerbox” (11,0 x 11,0 x 3,0 cm), contendo 40 mL de água destilada. As caixas foram acondicionadas em incubadora BOD a 41 °C por 48 horas. Após esse período, 200 sementes de cada tratamento foram distribuídas em quatro repetições de 50 sementes e colocadas para germinar, segundo a metodologia anterior. A avaliação ocorreu cinco dias após o início do teste de germinação (AOSA, 1983).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e, quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância, empregando o *software* computacional AgroEstat (Barbosa; Maldonado Júnior, 2015).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância evidencia que, diferentemente do fator cultivar, a época de colheita e a interação cultivar x época de colheita promoveram efeito significativo a 5% e 1% em todas as variáveis analisadas (Tabela 2).

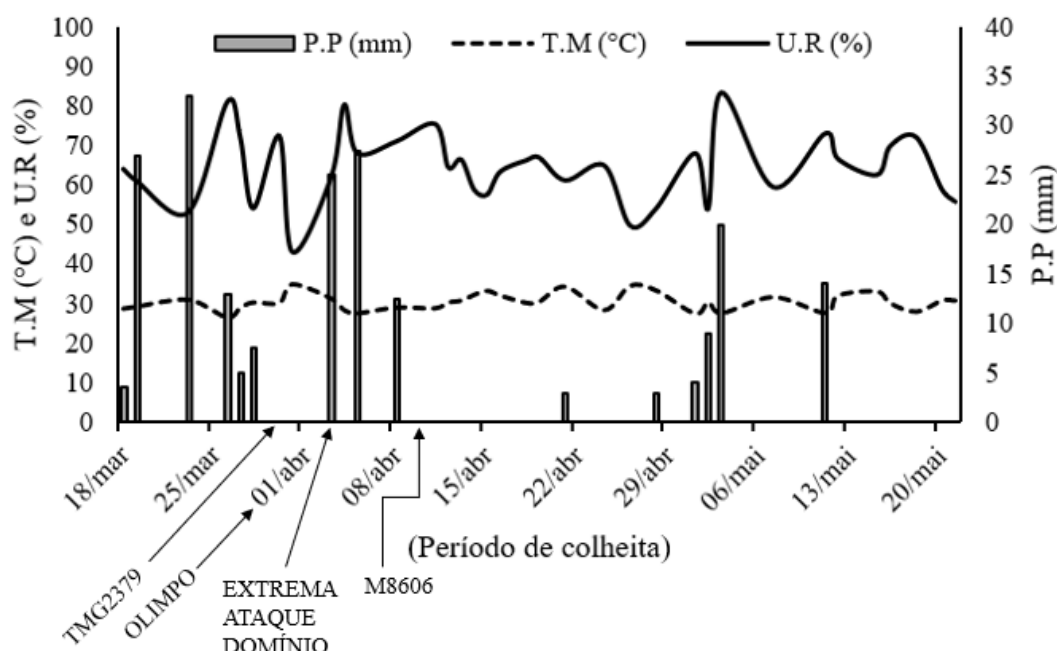
**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para as variáveis teor de água (TA), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), emergência em campo (EC), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado (EA) e condutividade elétrica (CE) de seis cultivares de soja submetidas ao retardamento de colheita.

| FV                 | GL | Quadrado Médio |                      |                     |            |          |            |            |
|--------------------|----|----------------|----------------------|---------------------|------------|----------|------------|------------|
|                    |    | TA             | PCG                  | G                   | EC         | IVE      | EA         | CE         |
| Cultivar (A)       | 5  | 52,42**        | 123,15 <sup>NS</sup> | 71,95 <sup>NS</sup> | 362,08**   | 3,66**   | 1065,15**  | 3668,3**   |
| Época colheita (B) | 2  | 26,02**        | 10904,22**           | 10684,38**          | 11611,55** | 119,20** | 13326,22** | 26618,59** |
| Interação (A x B)  | 10 | 19,81**        | 1156,68**            | 598,65**            | 232,08*    | 2,23*    | 543,88**   | 940,89**   |
| Resíduo (A)        |    | 2,51           | 131,21               | 114,77              | 75,06      | 0,67     | 11,70      | 319,92     |
| Resíduo (B)        |    | 1,61           | 128,46               | 108,42              | 102,88     | 0,96     | 42,20      | 280,64     |
| CV (A)             | %  | 11,89          | 20,41                | 17,38               | 11,13      | 10,89    | 4,52       | 17,72      |
| CV (B)             | %  | 9,51           | 20,19                | 16,90               | 13,04      | 13,0     | 8,59       | 16,60      |
| Média Geral        |    | 13,34          | 56,11                | 61,61               | 77,77      | 7,55     | 75,61      | 100,91     |

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; CV: coeficiente de variação (%); ns, \*\*, \* não significativo, significativo a 1% e 5% de probabilidade. Fonte: ARAÚJO NETO, J.P. 2023.

Os dados meteorológicos foram coletados durante o período de colheita e estão sumarizados na Figura 1. Os valores de precipitação pluviométricas foram oriundos de um

pluviômetro instalado na área; a temperatura média e a umidade relativa do ar foram obtidas por meio de um aparelho Termo-higrômetro portátil, da marca AKSO, modelo AK632.



**Figura 1.** Precipitação pluviométrica (mm), temperatura média (°C) e umidade relativa do ar (UR%) registradas às 15:00 e 16:00 horas durante o período de colheita e indicação da data de colheita das cultivares em estágio R8. Fonte: ARAUJO NETO, J.P. 2023.

A precipitação ocorreu entre intervalos longos, dentre o mês de março, houve um intervalo durante os dias 30 a 31, na qual verificou o maior volume no dia 19, com 27 mm, para o mês de abril, o intervalo ocorreu durante os dias 11 a 19 cujo maior volume registrado foi 27,5 mm, por fim, no mês de maio, houve um intervalo durante os dias 12 a 21, na qual foi registrado maior acumulo de chuva, 20 mm no dia 03. A umidade relativa do ar manteve-se entre valores intermediários e altos, variando de 49,6% a 83,3%; a temperatura oscilou entre 26 a 34,6 °C.

Ressalta-se que os fatores ambientais, tais como, precipitação, temperatura e umidade relativa do ar, variaram de acordo com os dias. Algumas cultivares com o grupo de maturação mais tardio passaram por um período mais prologado a esses fatores, assim como a cultivar M8606 I2X.

O percentual médio de teor de água para a primeira e segunda época de colheita não apresentaram diferença estatística entre si, embora demonstraram diferença significativa em relação à terceira época (Tabela 3). Na primeira época, as cultivares M8608 e TMG 2379 apresentaram os maiores teores de água (18,4 % e 15,7 %, respectivamente), enquanto as cvs. Olimpo, Extrema e Ataque, apresentaram menores (11,3%, 10,8% e 11,8% respectivamente).



Na segunda época, as cvs. TMG2379 e Olimpo apresentaram maiores teores de água (18,3 % e 16,9%, respectivamente), diferenciando-se das demais. Já em R8+20, as cvs. Domínio e Extrema demonstraram os menores teores de água (9,4 % e 10,1%, respectivamente). Ressalta-se que as sementes das cultivares Extrema e Ataque mantiveram o conteúdo de água similar ao longo das três colheitas.

**Tabela 3.** Teor de água (%) de seis cultivares de soja colhidas em três épocas (R8, R8+10 e R8+20 dias).

| Cultivares | TA (%)   |         |           | Média   |
|------------|----------|---------|-----------|---------|
|            | R8       | R8+10   | R8+20     |         |
| Olimpo     | 11,3 dB  | 16,9 aA | 13,2 bB   | 13,8 BC |
| Extrema    | 10,8 dA  | 11,4 bA | 10,1 cdA  | 10,8 D  |
| Domínio    | 14,5 bcA | 12,5 bA | 9,4 dB    | 12,1 CD |
| TMG 2379   | 15,7 abB | 18,3 aA | 12,4 bcC  | 15,4 AB |
| Ataque     | 11,8 cdA | 12,1 bA | 11,4 bcdA | 11,8 CD |
| M8606      | 18,4 aA  | 13,1 bB | 16,3 aA   | 15,9 A  |
| Média      | 13,7 a   | 14,0 a  | 12,1 b    |         |

Médias seguidas por mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ( $p < 0.05$ ). Fonte: ARAÚJO NETO, J.P. 2023.

As cvs. Olimpo e TMG2379, apresentaram maiores oscilações nos teores de água em função do retardamento de colheita, com acréscimo na segunda época e decréscimo na terceira época. Conforme mencionado por Corrêa et al. (2011), em ambientes propícios ao desenvolvimento, os processos fisiológicos e o rendimento potencial das culturas são moldados pelas características genéticas, práticas de manejo e fatores ambientais, tais como solo, disponibilidade hídrica, temperatura, fotoperíodo e radiação solar.

O grau de maturação influencia na duração do ciclo das cultivares e consequentemente na maturação fisiológica das sementes. Desta forma, quanto maior o tempo de permanência no campo, maior será a probabilidade de ocorrerem oscilações nos teores de água.

Analisando a cultivar M8606, observar – se por ser a cultivar mais tardia, a cultivar absorveu uma quantidade significativa em relação as demais cultivares, obtendo uma média de 15,9 %, na qual o maior conteúdo hídrico ocorreu na primeira época de colheita 18,4%. De acordo com Evangelista (2009) após as sementes atingirem a maturidade fisiológica, dá-se início o processo de deterioração, que será mais ou menos intensificado em função de fatores como pragas, microrganismos e oscilações climáticas influenciam.

Com relação a primeira contagem de germinação (Tabela 4), foram constatados resultados superiores para as duas primeiras épocas de colheita. As médias na terceira época apresentaram uma queda de aproximadamente 53% quando comparadas as anteriores.

**Tabela 4.** Médias da porcentagem de primeira contagem de germinação (PCG) de seis cultivares de soja colhidas em três épocas (R8, R8+10 e R8+20 dias).

| Cultivares | PCG (%) |        |        | Média |
|------------|---------|--------|--------|-------|
|            | R8      | R8+10  | R8+20  |       |
| Olimpo     | 72 abA  | 60 aAB | 48 aB  | 60 a  |
| Extrema    | 76 abA  | 62 aA  | 30 abB | 56 a  |
| Dominio    | 61 bA   | 74 aA  | 20 bB  | 52 a  |
| TMG 2379   | 33 cB   | 80 aA  | 49 aB  | 54 a  |
| Ataque     | 88 aA   | 69 aA  | 22 bB  | 60 a  |
| M8606      | 78 abA  | 65 aA  | 21 bB  | 55 a  |
| Média      | 68 A    | 68 A   | 32 B   |       |

Médias seguidas por mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ( $p < 0.05$ ). Fonte: ARAÚJO NETO, J.P. 2023.

Os dados indicam que o retardamento de colheita reduziu a germinação e vigor para aquelas sementes colhidas 20 dias após o estágio R8, assim como observado em outros estudos com soja (Braccini *et al.*, 1994; Gondim, 2001; Lima *et al.*, 2007). Enquanto isso, na terceira época as cvs. Olimpo, TMG2379 e Extrema se sobressaíram com um valor de 48% e 49%. Analisando as épocas de colheita, observa-se que, entre a primeira e terceira de colheita houver uma queda da qualidade das sementes, caindo de 68% para 32%, entre o intervalo de 20 dias de atraso de colheita. De acordo com Lopes *et al.* (2002), sementes de alto vigor demonstram uma germinação mais rápida e uniforme, além de possuírem a capacidade de resistir melhor às adversidades do ambiente local.

As maiores taxas de germinação foram observadas na primeira e segunda época de colheita (Tabela 5). A baixa taxa de germinação pode ser devido às condições de ambiente desfavoráveis e ao armazenamento das sementes em campo, intensificando o processo de deterioração das sementes (Ferreira, 2018). Esses resultados se assemelham aos relatados por Xavier *et al.*, (2015) em Gurupi -TO, com cinco épocas de colheita (R8, R8+7, R8+14, R8+21 e R8+28 dias) e com os apresentados por Zuffo *et al.*, (2017), em Lavras-Minas Gerais, com a cultivar BRS 820 RR® colhidas em oito épocas (0; 5; 10; 15; 20; 25; 30; e 35 dias após o estágio

fenológico R8) e Braccini, *et al.* (2003) em estudo em Maringá-PR, ao avaliarem 15 cultivares de soja, colhidas na época no estágio R8 e após 30 dias.

**Tabela 5.** Germinação (%) de sementes de seis cultivares de soja colhidas em três épocas (R8, R8+10 e R8+20 dias).

| Cultivares | G (%)  |       |        | Média |
|------------|--------|-------|--------|-------|
|            | R8     | R8+10 | R8+20  |       |
| Olimpo     | 73 abA | 70 aA | 51 aB  | 65 A  |
| Extrema    | 78 abA | 66 aA | 39 abB | 61 A  |
| Dominio    | 68 abA | 81 aA | 25 bB  | 58 A  |
| TMG 2379   | 56 bB  | 82 aA | 53 aB  | 64 A  |
| Ataque     | 88 aA  | 71 aA | 25 bB  | 62 A  |
| M8606      | 78 abA | 73 aA | 29 bB  | 60 A  |
| Média      | 74 a   | 74 a  | 37 b   |       |

Médias seguidas por mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ( $p < 0.05$ ). Fonte: ARAÚJO NETO, J.P. 2023.

Não houve diferença significativa entre as médias de germinação das cultivares. Porém, analisando o desdobramento para primeira época, a TMG 2379 apresentou menor percentual de germinação (56%), e na terceira época, evidenciou-se que as cvs. Olimpo e TMG2379 apresentaram resposta superior em relação as demais cultivares, ainda que em percentuais inferiores ao exigido para a espécie. Vale ressaltar para a primeira época de colheita R8, apenas a cultivar Ataque atingiu o padrão de germinação (88%), de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), no mínimo 80% para comercialização.

Embora o teste de germinação, seja feito de forma isolada, não possa avaliar o potencial fisiológico das sementes em condições adversas, ele oferece dados relevantes sobre a capacidade da amostra de germinar em condições ambientais ideais.

Em relação à emergência de plântulas a campo, os dados indicam que o intervalo de 10 dias após o estágio R8 foi o suficiente para reduzir significativamente o percentual de emergência e ainda mais drasticamente aos 20 dias após R8 (Tabela 6).

**Tabela 6.** Médias da porcentagem de emergência de plântulas em campo de seis cultivares de soja colhidas em três épocas (R8, R8+10 e R8+20 dias).

| Cultivares | EMERG (%) |        |        | Média |
|------------|-----------|--------|--------|-------|
|            | R8        | R8+10  | R8+20  |       |
| Olimpo     | 95 aA     | 86 aAB | 73 aB  | 85 A  |
| Extrema    | 94 aA     | 80 aA  | 33 cB  | 69 B  |
| Dominio    | 94 aA     | 87 aA  | 47 bcB | 76 AB |
| TMG 2379   | 93 aA     | 90 aA  | 62 abB | 82 A  |
| Ataque     | 95 aA     | 87 aA  | 51 bcB | 77 AB |
| M8606      | 97 aA     | 81 aA  | 51 bcB | 76 AB |
| Média      | 95 a      | 85 b   | 53 c   |       |

Médias seguidas por mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ( $p < 0.05$ ). Fonte: ARAÚJO NETO, J.P. 2023.

Em R8+20 as sementes das cvs. Olimpo e TMG2379 apresentaram os melhores resultados, enquanto a cv. Extrema o pior desempenho (33%). Resende *et al.* (1996) e Santos *et al.* (2005) trabalhando com sementes de soja colhidas em três épocas diferentes, obtiveram maiores médias de emergência em campo para as sementes colhidas no estádio R8 e R8+15 dias. Ainda de acordo com esses autores a queda na porcentagem de emergência ocorreu apenas aos 30 dias após R8. Dados obtidos por Barbosa (2018), em Gurupi-TO, assemelham-se com os resultados desse estudo, ao relatar maior percentual de emergência em campo na primeira época de colheita (R8) e decréscimo, em quatro épocas de colheita (R8, R8+7, R8+14, R8+21) em ambos as cultivares.

Conforme mencionado por Marcos Filho *et al.* (1984), determinar a porcentagem de emergência em campo é uma tarefa desafiadora devido à ausência, até o momento, de uma metodologia padronizada e completamente eficaz. Contudo, é altamente recomendável coletar o maior número possível de informações para, no mínimo, identificar lotes que apresentem maiores probabilidades de um desempenho superior em campo.

Houve diferença significativa para as médias do IVE entre as três épocas de colheita (Tabela 7). Observando a interação entre os tratamentos, não foi detectado efeito significativo entre as cultivares nas duas primeiras épocas de avaliação. Por outro lado, em R8+20, semelhante ao percentual de emergência, as cvs. Olimpo e TMG 2379 apresentaram maior velocidade de emergência, indicando serem mais tolerantes ao atraso da colheita, sob as condições climáticas registradas durante a condução do estudo, de forma oposta à cv. Extrema, que foi a única a apresentar queda de IVE já a partir da segunda época de colheita. O IVE mais

alto indica o maior potencial fisiológico da semente, consequentemente, com menor nível de deterioração (Krzyzanowski; Vieira; França-Neto, 2020).

**Tabela 7.** Índice de velocidade de emergência de plântulas em campo de seis cultivares de soja colhidas em três épocas ( R8, R8+10 e R8+20 dias).

| Cultivares | IVE    |         |         | Média  |
|------------|--------|---------|---------|--------|
|            | R8     | R8+10   | R8+20   |        |
| Olimpo     | 9,3 aA | 8,4 aAB | 6,9 aB  | 8,2 A  |
| Extrema    | 9,3 aA | 7,6 aB  | 3,0 cC  | 6,6 B  |
| Dominio    | 9,0 aA | 8,4 aA  | 4,5 bcB | 7,3 AB |
| TMG 2379   | 9,1 aA | 8,8 aA  | 6,0 abB | 8,0 A  |
| Ataque     | 9,3 aA | 8,5 aA  | 4,7 bcB | 7,5 AB |
| M8606      | 9,6 aA | 7,9 aA  | 4,9 bcB | 7,4 AB |
| Média      | 9,2 a  | 8,3 b   | 5,0 c   |        |

Médias seguidas por mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ( $p < 0.05$ ). Fonte: ARAÚJO NETO, J.P. 2023.

Em estudo conduzido por Lima *et al.* (2007), registraram resultados semelhantes de cultivares em diferentes épocas de colheita. Não houve diferença estatística entre os genótipos colhidos em R8, porém, na segunda e terceira época de colheita 10 e 20 dias após o estágio R8 foi possível determinar diferenças significativas entre os genótipos quanto ao IVE.

Quanto às médias para o teste de condutividade elétrica se diferenciam estatisticamente entre as três épocas de colheita, evidenciando a tendência de queda do vigor segundo à permanência das sementes armazenadas a campo (Tabela 9). As colheitas após R8 provocam aumento da lixiviação dos eletrólitos celulares, demonstrando danos aos sistemas de membranas, consequentemente, comprometendo o vigor das sementes (Vieira *et al.*, 2001).

Observando as médias das cultivares, Olimpo, M8906, TMG2379 e Ataque demonstraram menores médias de extravasamento de exsudados, diferenciando-se estatisticamente das cvs. Extrema ( $118 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ ) e Domínio ( $124 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ ), consideradas menos vigorosas em virtude da maior liberação de exsudados pelas sementes.

As sementes colhidas 10 e 20 dias após o estágio R8, promoveram maior liberação de eletrólitos. Para a época R8+10, quatro cultivares apresentaram essa reação, Domínio, Extrema, Ataque e M8606. Entre as cultivares colhidas na terceira época, M8606 e TMG2379, demonstraram menor liberação de eletrólitos.

**Tabela 9.** Médias da condutividade elétrica dos lixiviados ( $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ ) das sementes de seis cultivares de soja colhidas em três épocas (R8, R8+10 e R8+20 dias).

| Cultivares | CE    |          |         | Média  |
|------------|-------|----------|---------|--------|
|            | R8    | R8+10    | R8+20   |        |
| Olimpo     | 70 aA | 76 abA   | 124 bcB | 90 A   |
| Extrema    | 79 aA | 106 bcA  | 169 cdB | 118 B  |
| Dominio    | 77 aA | 115 cB   | 181dC   | 124 B  |
| TMG 2379   | 72 aA | 64 aA    | 111 abB | 82 A   |
| Ataque     | 72 aA | 103 bcB  | 140 cdC | 105 AB |
| M8606      | 73 aA | 82 abcAB | 103 aB  | 86 A   |
| Média      | 74 a  | 91 b     | 138 c   |        |

Médias seguidas por mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ( $p < 0.05$ ). Fonte: ARAÚJO NETO, J.P. 2023.

O aumento da condutividade elétrica em sementes de soja também foi relatado por Zuffo *et al.* (2017), revelando um decréscimo no potencial fisiológico das sementes à medida que o atraso na colheita se prolonga. Em estudo realizado por Diniz *et al.* (2013), foram observados o menor extravasamento de eletrólitos nas épocas de colheita R8 e R8+15 dias. Porém, a colheita realizada em R8+30 dias, ocasionou danos às membranas celulares, comprometendo sua seletividade, resultando no vazamento de solutos para o ambiente circundante, consequentemente comprometendo a qualidade das sementes.

Para a germinação após o envelhecimento acelerado, os resultados obtidos assemelharam-se com o de germinação e primeira contagem de germinação, na qual, não houve diferença significativa entre a primeira e segunda época de colheita (Tabela 8). Porém, na segunda época apenas a cv. Extrema manifestou redução da germinação (72%) e ainda mais em R8+20 dias (28%), se notabilizando como a cultivar menos tolerante à condição desfavorável do atraso na colheita, ao contrário da cultivar TMG2379.

Sementes das cultivares Olimpo, Domínio, Ataque e M8606, apresentaram queda no teste de EA apenas na terceira época de colheita. O estudo conduzido por Lima *et al.* (2007) evidenciou uma resposta distinta entre as cultivares, sendo observada uma diferença significativa apenas 15 dias após atingirem o estágio R8.

**Tabela 8.** Envelhecimento acelerado (EA) de sementes de seis cultivares de soja colhidas em três épocas (R8, R8+10 e R8+20 dias).

| Cultivares | EA (%) |       |        | Média |
|------------|--------|-------|--------|-------|
|            | R8     | R8+10 | R8+20  |       |
| Olimpo     | 90 aA  | 91 aA | 64 bB  | 82 B  |
| Extrema    | 87 aA  | 72 bB | 28 eC  | 62 D  |
| Dominio    | 90 aA  | 87 aA | 40 cdB | 72 C  |
| TMG 2379   | 94 aA  | 92 aA | 84 aA  | 90 A  |
| Ataque     | 98 aA  | 94 aA | 32 deB | 74 C  |
| M8606      | 88 aA  | 88 aA | 45 cB  | 73 C  |
| Média      | 91 a   | 87 a  | 48 b   |       |

Médias seguidas por mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ( $p < 0.05$ ). Fonte: ARAÚJO NETO, J.P. 2023.

No presente estudo, foram evidenciados os danos causados pela umidade e envelhecimento acelerado. Assim como no teste de germinação, foi observada uma tendência de queda na qualidade das sementes colhidas 20 dias após o alcance da maturidade fisiológica, sugerindo que a intensidade dos danos exerceu uma influência negativa no processo de envelhecimento acelerado. É relevante destacar que as condições ambientais estão diretamente relacionadas à ocorrência de danos causados pela umidade, além das altas temperaturas e condições pluviométricas.

A germinação e o vigor são afetados com o retardamento de colheita. Resultado corroboram com os descritos por Vergara *et al.* (2019), que ao avaliarem os dados do envelhecimento acelerado, constataram redução de vigor ao longo da colheita, aos 7, 14 e 21 dias após o estágio R8, havendo redução de 50% quando comparadas com a primeira época. Ratificando que a demora na colheita impacta desfavoravelmente a qualidade das sementes de soja, e se agrava à medida que o período de armazenamento em campo se prolonga. Essa condição pode ser atribuída à elevada atividade metabólica dos tecidos susceptíveis a danos relacionados à umidade, além da propiciar maior incidência de fungos fitopatogênicos.

Os resultados evidenciam que o atraso na colheita impacta diretamente na qualidade das sementes, intensificando os efeitos negativos à medida em que se retarda a colheita. Além disso, sugerem que a intensidade dos danos tem relação direta com as condições ambientais durante a permanência em campo e conforme a tolerância dos genótipos.

#### 4 CONCLUSÃO

A germinação é reduzida quando as sementes são colhidas 20 dias após o estágio R8.

O vigor das sementes dos genótipos, Domínio, Ataque, M8606 e Extrema é comprometido quando são colhidas a partir de 10 dias após R8.

Na condição de atraso da colheita por 20 dias após o R8, as cultivares Olimpo e TMG 2379 demonstram ser mais tolerantes.

#### REFERÊNCIAS

AOSA. Association of Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook**. Stillwater: Seed ASSOCIAÇÃO DE ANALISTAS OFICIAIS DE SEMENTES. Manual de teste de vigor de sementes. East Lansing: AOSA, 1983. 93p.

BARBOSA, A.S.; **DESSECAÇÃO QUÍMICA E RETARDAMENTO DE COLHEITA EM SOJA VISANDO À PRODUÇÃO DE SEMENTES**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Tocantins como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal. GURUPI - TO 2018.

BRACCINI, A. L.; ALBRECHT, L. A.; ÁVILA, M.R.; SCAPIM, C.A.; BIO, E.L.; SCHUAB, S.R.P.; Qualidade fisiológica e sanitária das sementes de quinze cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) colhidas na época normal e após o retardamento da colheita. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 25, no. 2, p. 449-457, 2003.

BRACCINI, A. L.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T.; Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária da semente do genótipo de soja (*glycine max* (L.) merrill) com diferentes graus de impermeabilidade do tegumento. **Revista Brasileira de Sementes**. vol. 16, nº. 2, p.195-200-1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009; 399 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5ªed. Jaboticabal: FUNEP, 2012, 475-590 p.

COSTA, N.P.; FRANCA NETO, J.B; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PEREIRA, L.A.G.; BARRETO, J.N.; Efeito de retardamento de colheita de cultivares de soja sobre a qualidade da semente produzida: Resultados de pesquisa de soja 1982/83. Londrina: **Embrapa-Cnpso**, 1983. p.61-64.

CORREA, S. T. R.; DOURADO NETO, D.; LORENÇONI, R.; SCARPARE, F. V.; VIVIAN, R.; RUIZ, E. T. Aplicações e limitações da modelagem em agricultura: Revisão. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, 2011. v 86, p.1-13.

DINIZ, F.O.; REIS, M.S.; DIAS, L.A.S.; ARAUJO, E.F.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA C.A.; Qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja submetidas ao retardamento de



colheita e sua relação com a emergência das plântulas em campo. **Journal of Seed Science**, v.35, n.2, p.147-152, 2013.

DUTRA, A. S.; VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica para a avaliação do vigor de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 117-122, 2006.

DUTRA, A.S.; VIEIRA, R.D.; Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja. envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.34, n.3, p.715-721, mai-jun, 2004.

EDIYAMA, T.; SILVA, F.L.; BORÉM, A. **Soja – Do plantio a colheita**. Viçosa-MG, p.333, 2015.

EVANGELISTA, J.R.E. **Dessecantes na produção e qualidade de sementes de soja [Glycine max (L) Merrill]**. 2009. 84p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Lavras - Universidade Federal de Lavras.

FERREIRA, S.B.; **Retardamento De Colheita E Estudo Da Diversidade Genética Em Soja Para Seleção De Genitores Com Qualidade De Semente**. APROVADA em 23 de fevereiro de 2018. Dissertação (Mestrado, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de Mestre) - Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais.

FRANÇA-NETO J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.D.; PÁDUA, G.P.; L, I.; HENNING, F.A.; **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Embrapa Soja Londrina, PR 2016.

GONDIM, T.C.O **"Qualidade fisiológica de sementes de soja com presença ou ausência de lipoxigenases, em diferentes épocas de colheita**. APROVADA: 10 de agosto de 2001. Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós- Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

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

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING A.A.; A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura. **CIRCULAR TÉCNICA 136**, Londrina, PR Maio, 2018.

KRZYZANOWSKI, F. C; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates., 2020.

LIMA, W. A. A. D.; BORÉM, A.; DIAS, D. C. F. S.; MOREIRA, M. A.; DIAS, L. A. D. S.; PIOVESAN, N. D. Retardamento de colheita como método de diferenciação de genótipos de soja para qualidade de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, 29, 186-192, 2007.

LOPES, J. C.; MARTINS FILHO, S.; TAGLIAFERRI, C.; RANGEL, O. J. P. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em Alegre-ES. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.51-58, 2002.

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

MALDONADO JR, WALTER & BARBOSA, JOSÉ. (2015). Experimentação Agronômica & AgroEstat: **Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agronômicos**.

MARCOS FILHO, J. Teste de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p. Cap.1, p.1-21.

MARCOS FILHO, J.; PESCARIN, H. M.; KOMATSU, Y. H.; DEMÊTRIO, C. G.; FANCELLI, A. L.; Testes para avaliação do vigor de sementes de soja e suas relações com a emergência das plântulas em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 19(5):605-613, maio 1984.

MARCOS FILHO, J.; PESCARIN, H.M.C.; KOMATSU, Y.H.; DEMÊTRIO, C.G.B.; FANCELLI, A.L.; Testes para avaliação do vigor de sementes de soja e suas relações com a emergência das plântulas em campo. **Pesq. agropec. bras**, Brasília, 19(5):605-613, 1984.

MENEGHELLO, G.E. Qualidade de Sementes: Umidade e Temperatura. **Seed News revista internacional de sementes**. 2014.

PESKE, S. T.; BARROS, A.C.S.A.; SCHUCH, L.O.B. Produção de sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. (Org.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 4. ed. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária/UFPel, 2019. 573 p.  
RESENDE, J.C.F.; ROCHA, V.S.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C.S.; Efeito da época de colheita e condição de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) MERRILL). **Revista Ceres**, 43(245) :17-27,1996.

SANTOS, M.R.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C.S.; DIAS, L.A.S.; ARAÚJO, E.F.; Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja submetidas a diferentes épocas de colheita e correlações com a emergência de plântulas no campo. **Revista Ceres**, 52(302):535-554, 2005.

VERGARA, R.; SILVA, R. N. O. D., NADAL, A. P.; GADOTTI, G. I.; AUMONDE, T. Z., & VILLELA, F. A. (2019). Harvest delay, storage and physiological quality of soybean seeds. **Journal of Seed Science**, 41, 506-513.

VIEIRA, R.D.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B.; RUCKER, M. Electrical conductivity of soybean seeds after storage in several environments. **Seed Science and Technology**, v.29, p.599-6008, 2001.

XAVIER, T.S.; DARONCH, D.J.; PELUZIO, J.M.; AFFÉRI, F.S.; CARVALHO, E.V.; SANTOS, W.F.; Época de colheita na qualidade de sementes de genótipos de soja. **Comunicata Scientiae** 6(2): 241-245, 2015.

ZUFFO, A.M.; JÚNIOR, J.M.Z.; ZAMBIAZZI, E.V.; STEINER, F.; Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja colhidas em diferentes épocas e submetidas a armazenamento. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 3, pág. 312-320, jul./set. 2017.