

Campus Colorado do Oeste
Coordenação do Curso em Engenharia Agrônômica

DIOGO BARBOSA CARVALHO

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA PARA A SAFRA 2024/2025
NA REGIÃO DE CEREJEIRAS-RO**

COLORADO DO OESTE
2025

DIOGO BARBOSA CARVALHO

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA PARA A SAFRA 2024/2025
NA REGIÃO DE CEREJEIRAS-RO**

Artigo científico entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Colorado do Oeste como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônoma, sob a orientação do professor Dr. Ernando Balbinot.

COLORADO DO OESTE

2025

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Carvalho, Diogo Barbosa.
Avaliação da qualidade de sementes de soja para a safra
2024/2025 na região de Cerejeiras-RO / Diogo Barbosa Carvalho,
Colorado do Oeste-RO, 2025.
19 f. : il.

Orientador(a): Prof. Dr. Ernando Balbinot.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia -
IFRO, Colorado do Oeste-RO, 2025.

1. Germinação. 2. Vigor. 3. Teste de tetrazólio. 4. Condutividade
elétrica. 5. Glycine max. I. Balbinot, Ernando (orient.). II. Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III.
Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Juliana Machado da Silva Sasset, CRB-11/1140 (Campus Colorado do Oeste)

RESUMO

A soja é uma das principais culturas do agronegócio brasileiro, sendo essencial para a economia nacional e mundial. A qualidade fisiológica das sementes é um fator determinante para o estabelecimento adequado da lavoura e para a obtenção de altos rendimentos de produtividade. O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de diferentes cultivares de soja por meio dos testes de germinação, emergência, tetrazólio e condutividade elétrica. Foram analisadas sementes provenientes da Cooperativa COPAMA, de Cerejeiras-RO. Os testes foram conduzidos em laboratório e em canteiro, avaliando a taxa de germinação, vigor e viabilidade das sementes. Os resultados revelaram variações significativas entre as cultivares. As cultivares Olimpo, TMG 2370 e Neo 790 apresentaram os melhores índices de germinação (98%) e vigor (91%, 91% e 88%, respectivamente), enquanto a cultivar Bonus demonstrou menor qualidade fisiológica, com apenas 17% de sementes com vigor alto e condutividade elétrica alta (1086 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$). A cultivar Origem também teve desempenho abaixo do ideal, com 86,5% de germinação e 61% de vigor. O teste de condutividade elétrica indicou que cultivares com maior vigor apresentaram menor lixiviação de solutos, como observado em Neo 730 (635,15 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$), sugerindo maior integridade das membranas celulares. Os resultados reforçam a importância das avaliações laboratoriais na seleção de sementes de alto potencial produtivo, fornecendo informações relevantes para produtores e empresas do setor, auxiliando na escolha das cultivares mais adequadas para semeadura e na adoção de boas práticas de armazenamento.

Palavras-chave: Germinação, vigor, teste de tetrazólio, condutividade elétrica, *Glycine max*.

1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L) Merr.] é a principal leguminosa produzida no Brasil e no mundo. É a *commodity* que mais se destaca em território brasileiro (CONAB, 2024). Para a safra 2024/2025, o sexto levantamento do acompanhamento da safra brasileira de grãos realizado em março de 2025, relata que a soja deve alcançar produção de aproximadamente 167.367,1 milhões de toneladas, representando uma redução de 5% quando comparado à safra passada, com área de 45.177,9 milhões de hectares (CONAB, 2024). No Brasil, destacam-se os estados de Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul, com maiores produções, respectivamente.

A boa qualidade das sementes é um fator de extrema importância para o sucesso de qualquer cultura, a qual se busque uniformidade, proveniente de atributos como alta qualidade genética, sanitária, física e fisiológica. O vigor pode ser posicionado como parâmetro de qualidade fisiológica ou mesmo do potencial que a semente obtém, possibilitando o diagnóstico de sucesso ou não de uma área de cultivo posterior a sua semeadura ou mesmo durante o seu tempo de armazenagem (Marcos Filho, 2005).

Para garantir a produção, as sementes de soja devem apresentar atributos físicos, fisiológicos, genéticos e sanitários, como alta porcentagem de vigor, germinação e sanidade, bem como características de pureza física e varietal. O teste de germinação representa a emergência e o desenvolvimento inicial da plântula, a qual apresenta a capacidade da semente de produzir uma planta normal em condições ideais, estimando o valor para semeadura a campo (Brasil, 2009).

Quatro atributos são responsáveis pela qualidade da semente de soja:

i) Pureza genética: essencial para que a semente apresente todo o potencial agrônômico, como plantas com altas produtividades, resistência à pragas, ciclo (precoce, intermediário ou tardio) e tipo de grão (Krzyzanowski *et al.*, 2008).

ii) Qualidade fisiológica: corresponde à eficiência máxima da semente em desempenhar funções vitais, indicadas pela sua germinação, vigor e longevidade (Popinigis, 1985).

iii) Qualidade física: corresponde à qualidade do lote devido a composição, isto é, a porcentagem de sementes de soja e de material inerte (impurezas), número de sementes de outras espécies cultivadas, silvestres e de sementes nocivas toleradas e proibidas (Krzyzanowski *et al.*, 2008).

iv) Qualidade sanitária: compreende a condição da semente quanto à frequência e ocorrência de vírus, fungos, bactérias, nematoides e a insetos vetores de doenças (Popinigis, 1985). Esses fatores são responsáveis por prejudicar a lavoura e conseqüentemente a produção, influenciando diretamente a germinação e o vigor da planta.

Dentre os testes utilizados para avaliar a qualidade fisiológica das sementes, o teste de germinação é um dos mais utilizados. Esse teste determina a capacidade da semente de produzir uma plântula normal sob condições controladas (Brasil, 2009).

O teste de tetrazólio permite uma avaliação rápida da viabilidade e do vigor das sementes, baseando-se na atividade enzimática dos tecidos vivos. A coloração resultante da reação com a solução de cloreto 2,3,5-trifeniltetrazólio indica o estado fisiológico das sementes, sendo um método eficiente para prever o desempenho das sementes na lavoura (Marcos Filho; Cicero; Silva, 1987).

Além dos testes tradicionais de germinação e vigor, a condutividade elétrica se destaca como uma ferramenta eficaz na avaliação da qualidade fisiológica das sementes, especialmente no diagnóstico da integridade das membranas celulares. Esse teste baseia-se na liberação de eletrólitos pelas sementes durante a embebição, sendo que sementes com baixa qualidade fisiológica tendem a apresentar maior lixiviação de solutos, indicando deterioração celular (França-Neto *et al.*, 2010). Dessa forma, valores elevados de condutividade estão geralmente associados a menor vigor e menor capacidade de estabelecimento das plântulas no campo. Por ser um método rápido, objetivo e sensível, a condutividade elétrica é amplamente recomendada como complemento aos testes convencionais, auxiliando na detecção precoce de lotes com baixo potencial produtivo (Vieira & Krzyzanowski, 1999; França-Neto *et al.*, 2010).

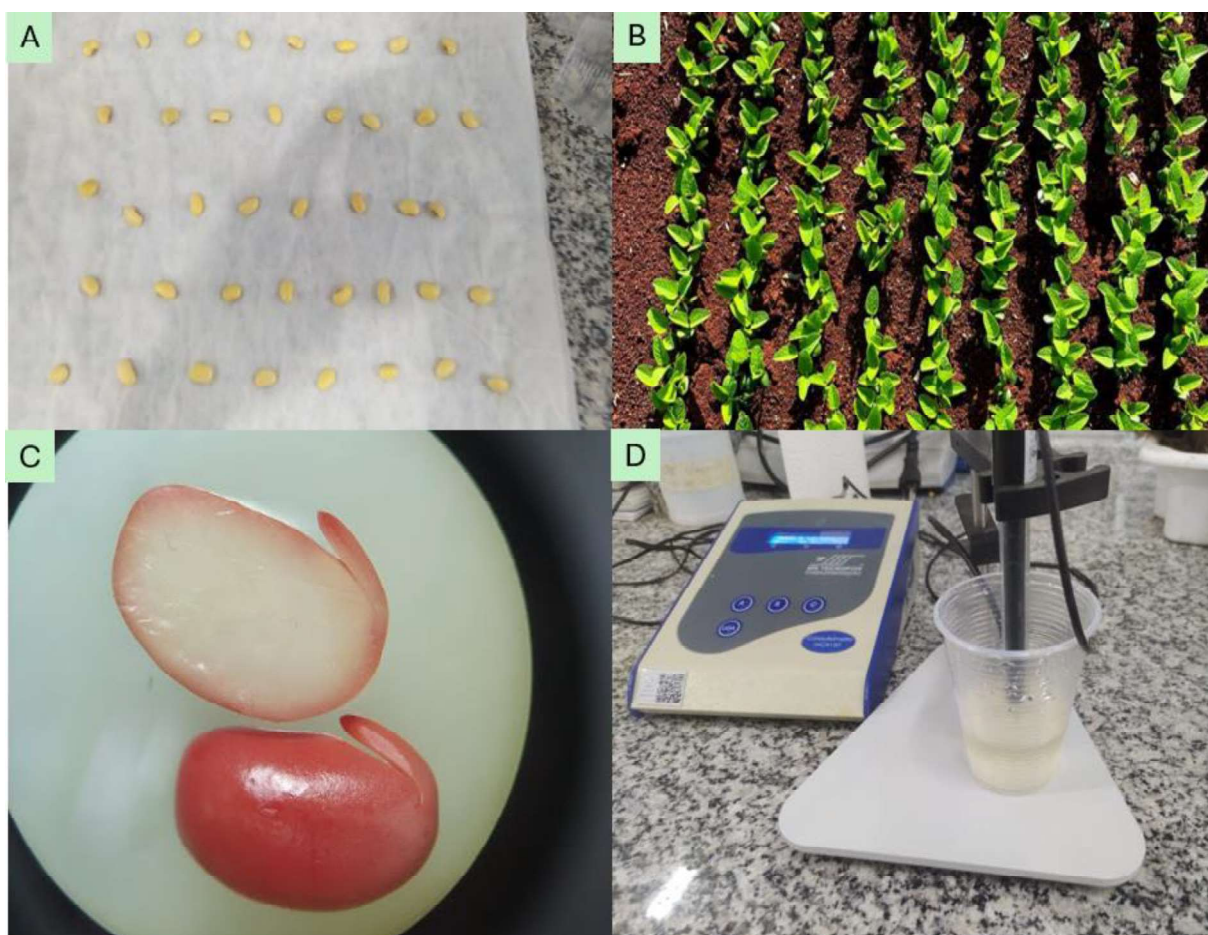
Fatores ambientais, como a temperatura, desempenham um papel crucial na germinação das sementes. Estudos demonstram que temperaturas baixas retardam a germinação e afetam mais severamente as sementes de baixo vigor, enquanto temperaturas muito altas podem reduzir a viabilidade das sementes e aumentar a ocorrência de plântulas anormais (Sbrussi; Zucareli, 2014).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar de forma ampla a qualidade fisiológica de sementes de soja, por meio da avaliação de germinação e vigor.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As análises foram realizadas no Laboratório de Sementes da Cooperativa Agroindustrial da Amazônia (COPAMA), em Cerejeiras-RO. As sementes de soja utilizadas nos testes de germinação e avaliação do vigor de plântulas por meio do teste de tetrazólio e de condutividade elétrica foram fornecidas pela própria cooperativa. Para a execução do estudo, foram disponibilizadas seis cultivares disponíveis para a semeadura da safra 2024/2025. Após o recebimento, os lotes de sementes ficaram armazenados em câmara com controle de temperatura (15-18°C) e umidade relativa do ar (60%), até o momento dos testes (Figura 1) e expedição para os cooperados.

Figura 1. Teste de germinação (A), emergência em canteiro (B), teste de tetrazólio (C) e condutividade elétrica (D) em sementes de cultivares de soja na safra 2024/2025.



Fonte: arquivo pessoal, 2024.

2.1 Teste de germinação em laboratório

O teste de germinação seguiu as recomendações das Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009). Foram utilizadas 200 sementes por cultivar, distribuídas em quatro repetições de 50 sementes cada teste.

Inicialmente, as caixas de germinação tipo Gerbox foram higienizadas com álcool 70% para evitar contaminações. Em seguida, utilizou-se papel de germinação como substrato, umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco.

As sementes foram mantidas em câmara de germinação a 25°C, com fotoperíodo de 12 horas de luz. A avaliação do teste foi realizada em duas etapas, sendo a primeira contagem aos cinco dias após a semeadura e a contagem final aos oito dias. Foram contabilizadas as plântulas normais, plântulas anormais, sementes duras e sementes mortas e os resultados foram expressos em porcentagem.

2.2 Teste de emergência em canteiro

O teste de emergência também foi realizado em canteiro na COPAMA, seguindo os mesmos princípios do teste conduzido em laboratório. Foram utilizadas 200 sementes por cultivar, divididas em quatro repetições de 50 sementes cada.

Antes da semeadura, o canteiro foi preparado por meio de revolvimento do solo e nivelamento da superfície para garantir um ambiente favorável à germinação. As sementes foram semeadas manualmente em sulcos rasos e cobertas com uma fina camada de solo de forma homogênea. A irrigação foi realizada com água potável, mantendo a umidade adequada para a germinação e emergência.

As avaliações foram feitas nos mesmos períodos do teste laboratorial, ou seja, aos cinco e oito dias após a semeadura. Foram contabilizadas plântulas normais e plântulas anormais, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

2.3 Teste de tetrazólio

O teste de tetrazólio foi realizado em duas repetições de 50 sementes por tratamento. Inicialmente, as sementes foram pré-condicionadas em papel de germinação tipo “germitest”, previamente umedecido, e mantidas por 16 horas a 25°C.

Após o pré-condicionamento, as sementes foram transferidas para copos plásticos de 50 mL contendo solução de 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio a 0,075%. As amostras foram mantidas em câmara de germinação (tipo B.O.D. - *Biochemical Oxygen Demand*) a 40°C por três horas, na ausência de luz.

Decorrido esse período, as sementes foram lavadas com água destilada e avaliadas individualmente. Para a avaliação, com o auxílio de um bisturi, foi realizado um corte longitudinal ao meio do eixo embrionário, para a verificação da coloração dos tecidos com uso de lupa.

A análise da viabilidade e vigor das sementes foi realizada com base na coloração dos tecidos internos. Tecidos com coloração avermelhada indicam boa qualidade fisiológica, enquanto colorações muito intensas ou muito pálidas são indicativas de danos ou perda de viabilidade (França Neto *et al.*, 1999).

Os resultados foram expressos em percentual de sementes viáveis e classificadas quanto ao vigor (França-Neto; Krzyzanowski, 2018), permitindo a comparação entre as cultivares avaliadas.

2.4 Teste de condutividade elétrica

O teste de condutividade elétrica foi realizado em quatro repetições de 50 sementes por cultivar. Inicialmente, as sementes foram pesadas individualmente em uma balança analítica de precisão (0,0001 g, modelo Web Labor M214-Ai). As amostras foram imersas em copos plásticos com capacidade para 200 mL, contendo 75 mL de água deionizada e mantidas em ambiente controlado a 25°C por 24 horas, no escuro (Hampton e Tekrony, 1995; Vieira e Krzyzanowski, 1999).

Após o período de embebição, foi realizada a medição da condutividade elétrica com um condutímetro, emergindo o eletrodo na solução de cada amostra. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ de semente, obtidos pela razão entre a condutividade elétrica total medida na solução ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e a massa inicial das sementes (g), permitindo a comparação entre as cultivares.

2.5 Análise dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições por tratamento. Após a verificação da normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias, as

médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o software SISVAR.

Os testes estatísticos permitiram identificar diferenças significativas entre as cultivares avaliadas, possibilitando uma melhor compreensão sobre a qualidade fisiológica das sementes e sua viabilidade para a semeadura.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Tabela 1 indicam que há variações significativas entre as cultivares de soja quanto à germinação das sementes. Essa diferença foi observada tanto na porcentagem de plântulas normais quanto na quantidade de plântulas anormais e mortas.

Tabela 1. Resultados do teste de germinação em lotes de sementes de soja disponíveis para a safra 2024/2025.

Cultivar	Plântulas normais (%)	Plântulas anormais (%)	Sementes mortas (%)
Olimpo	98,0 A	2,0 B	0,0 B
Neo 790	98,0 A	1,5 B	0,5 B
TMG 2370	98,0 A	1,0 B	1,0 AB
Neo 730	96,6 A	2,5 B	1,0 AB
Bônus	95,5 A	1,5 B	3,0 AB
Origem	86,5 B	8,5 A	5,0 A
CV (%)	1,99	70,59	110,25

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05.

Observou-se que as cultivares Olimpo, Neo 790 e TMG 2370 apresentaram um elevado número de plântulas normais, com valores de 98%, o que indica uma boa qualidade fisiológica, com sementes viáveis. Esses achados corroboram com os estudos de França Neto *et al.* (1998), que destacam que sementes de alta qualidade fisiológica tendem a apresentar maior taxa de plântulas normais e melhor desempenho em campo. Além disso, Marcos Filho; Cicero; Silva (1987) ressaltam que

sementes de maior vigor germinam mais rapidamente e estabelecem plântulas mais uniformes, o que pode ser observado no desempenho dessas cultivares.

Em contrapartida, as cultivares Bônus e Origem apresentaram menor porcentagem de plântulas normais, especialmente Origem, que obteve apenas 86,5% de germinação. Esse resultado pode estar relacionado ao processo de deterioração das sementes, como evidenciado por Vieira *et al.* (1994), que afirmam que sementes submetidas a condições inadequadas de armazenamento ou manuseio incorreto podem apresentar queda na germinação e aumento na taxa de plântulas anormais.

No que diz respeito à quantidade de plântulas anormais, a cultivar Origem se destacou com o maior valor (8,5%), indicando um menor vigor das sementes. Esse índice elevado de anormalidade pode resultar em um maior número de plantas com crescimento inadequado, sem capacidade de se estabelecer como planta. Estudos como os de Nakagawa (1999) mostram que plântulas anormais frequentemente indicam problemas fisiológicos nas sementes, possivelmente decorrentes de danos mecânicos ou deterioração. As cultivares Neo 730 e Bônus também apresentaram valores significativos de plântulas anormais (2,5% e 1,5%, respectivamente), o que pode indicar uma menor tolerância ao estresse ambiental, como apontado por Carvalho e Nakagawa (2000).

Em relação à quantidade de sementes mortas, as cultivares Olimpo, Neo 790 e TMG 2370 apresentaram as menores taxas, variando entre 0% e 1%, o que demonstra alta viabilidade das sementes. Esses resultados estão alinhados com os achados de Vieira e Krzyzanowski (1999), que demonstram que sementes com baixa taxa de mortalidade são frequentemente associadas a maior vigor e maior longevidade no armazenamento.

Por outro lado, Bonus e Origem apresentaram maiores taxas de sementes mortas, com 3% e 5%, respectivamente, o que sugere uma redução na viabilidade dessas sementes, possivelmente devido a processos de deterioração que ocorrem após a colheita e durante o armazenamento. Esses achados são corroborados por Hampton e Tekrony (1995), que destacam que sementes com maior grau de deterioração fisiológica tendem a apresentar menor germinação. Ainda, a anormalidade das plântulas pode estar relacionada a fatores genéticos e ambientais, conforme observado por Carvalho (1994) e Frigeri (2007), que podem influenciar drasticamente a qualidade fisiológica das sementes.

Assim, os resultados deste estudo demonstram que a viabilidade das sementes de soja varia significativamente entre as cultivares, e que métodos laboratoriais, como o teste de germinação, são essenciais para identificar cultivares com melhor potencial de estabelecimento em campo. Estes resultados reforçam a importância da avaliação do vigor de sementes como critério para a escolha de materiais genéticos de alta performance, conforme destacado por Tekrony (1982) e Perry (1981).

Os resultados do teste de emergência em canteiro, apresentados na Tabela 2, também mostram diferenças significativas entre as cultivares avaliadas.

Tabela 2. Resultados do teste de emergência em canteiro de lotes de sementes de soja disponíveis para a safra 2024/2025.

Cultivar	Emergência em canteiro (%)
TMG 2370	98,0 A
Neo 790	97,0 AB
Olimpo	94,5 ABC
Neo 730	94,0 ABC
Origem	92,0 BC
Bônus	90,5 C
CV (%)	2,57

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05.

Os resultados do teste de germinação em canteiro evidenciam variações significativas entre as cultivares avaliadas, confirmando a influência da qualidade fisiológica das sementes no estabelecimento inicial das plântulas no campo. A cultivar TMG 2370 apresentou o maior índice de emergência (98%), indicando uma elevada qualidade fisiológica e bom desempenho no estabelecimento inicial. Esse resultado está de acordo com os testes laboratoriais de germinação e vigor, que também apontaram essa cultivar como uma das mais promissoras.

As cultivares Neo 790 (97%), Olimpo (94,5%) e Neo 730 (94%) apresentaram taxas de emergência semelhantes, sugerindo que essas cultivares possuem sementes viáveis e com bom potencial de emergência. Esse comportamento reforça a importância de se utilizar sementes de alta qualidade para garantir uniformidade na lavoura e minimizar falhas no estande de plantas, conforme já destacado por França-Neto *et al.* (2010).

Por outro lado, as cultivares Origem (92%) e Bônus (90,5%) demonstraram os menores percentuais de emergência, sendo estatisticamente inferiores às demais. Esses resultados podem estar associados à deterioração das sementes durante o período de armazenamento ou a fatores genéticos que influenciam negativamente o vigor e a viabilidade das plântulas. Estudos como os de Carvalho e Nakagawa (2000) ressaltam que sementes com menor vigor apresentam maior suscetibilidade a estresses ambientais, o que pode resultar em menor taxa de emergência em campo.

Os achados deste estudo destacam a relevância do controle de qualidade das sementes e da escolha criteriosa das cultivares para garantir altos índices de germinação e estabelecimento adequado das plantas no campo. A associação entre os testes laboratoriais e a germinação em canteiro demonstra que a utilização de múltiplos indicadores de vigor e viabilidade é fundamental para prever o desempenho das sementes e auxiliar produtores na tomada de decisão, permitindo uma avaliação mais realista do comportamento das sementes em situações reais de cultivo.

O teste de tetrazólio (Tabela 3) revelou diferenças expressivas entre as cultivares quanto ao vigor e viabilidade das sementes.

Tabela 3. Resultados do teste de tetrazólio em lotes de sementes de soja disponíveis para a safra 2024/2025.

Cultivar	Alto vigor (%)	Médio vigor (%)	Baixo vigor (%)	Inviáveis (%)
Neo 730	73,0 A	10,0 C	9,0 C	8,0 B
TMG 2370	71,0 A	20,0 B	5,0 C	4,0 B
Olimpo	70,0 A	21,0 B	5,0 C	4,0 B
Origem	45,0 B	16,0 BC	31,0 B	8,0 B
Neo 790	33,0 B	55,0 A	11,0 C	1,0 B
Bônus	7,0 C	10,0 C	60,0 A	23,0 A
CV (%)	8,11	8,30	20,84	22,82

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05.

Os resultados obtidos no teste de tetrazólio das sementes analisadas neste estudo apresentam forte correlação com os achados de Macêdo *et al.* (2024), que avaliaram a qualidade fisiológica de cultivares de soja submetidas a diferentes testes de vigor. No presente estudo, as cultivares Neo 730, TMG 2370 e Olimpo

apresentaram os maiores percentuais de sementes com alto vigor, atingindo respectivamente 73%, 71% e 70%, valores que indicam a elevada qualidade fisiológica dessas sementes. Esse resultado é consistente com o observado no artigo de Macêdo *et al.* (2024), onde as cultivares 'Jurueña' e 'M8644' foram identificadas como as mais vigorosas, demonstrando que determinados genótipos apresentam superioridade fisiológica em relação a outros. A correlação entre os altos índices de vigor e o bom desempenho em campo reforça a importância da utilização de sementes de alta qualidade, conforme destacado por Tekrony; Egli; Wickham (1991), que afirmam que sementes vigorosas garantem uma população adequada de plantas e um incremento na produtividade.

Por outro lado, a cultivar Bônus, que obteve os piores índices no teste de tetrazólio neste estudo, com apenas 7% de sementes classificadas como de alto vigor e 60% com baixo vigor, também foi apontada como a cultivar menos vigorosa no estudo de Macêdo *et al.* (2024). Os resultados obtidos demonstram que essa cultivar apresenta significativa deterioração fisiológica, o que compromete seu desempenho no campo. França Neto *et al.* (2018) destacam que o teste de tetrazólio é uma das ferramentas mais precisas para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes, pois permite identificar danos internos não detectáveis em testes convencionais de germinação.

Dessa forma, o baixo desempenho da cultivar Bônus nos testes realizados reforça sua baixa viabilidade e menor potencial produtivo, resultado que foi confirmado tanto pela avaliação de vigor no presente estudo quanto pela análise de condutividade elétrica realizada por Macêdo *et al.* (2024), na qual a cultivar 'Bônus' demonstrou alta liberação de lixiviados, evidenciando menor integridade das membranas celulares e reduzido vigor.

A avaliação dos níveis de vigor revelou diferenças significativas entre as cultivares analisadas, sendo observado que Origem e Neo 790 apresentaram percentuais reduzidos de sementes de alto vigor (45% e 33%, respectivamente), sugerindo que uma parcela considerável das sementes dessas cultivares pode enfrentar dificuldades na emergência e estabelecimento das plântulas. Esse padrão de variação na qualidade fisiológica das sementes foi relatado por Kolchinski *et al.* (2005), que observaram um aumento de até 30% na produtividade de lavouras originadas de sementes de alto vigor em comparação àquelas semeadas com lotes de menor qualidade.

A cultivar Bonus, que teve o pior desempenho no teste de tetrazólio, apresentou elevada porcentagem de sementes classificadas na categoria inviáveis (23%), um indicativo de que a integridade das membranas celulares pode estar comprometida, o que provavelmente resultaria em maior liberação de lixiviados se avaliada pelo teste de condutividade elétrica. Torres *et al.* (2015) reforçam que a condutividade elétrica é um dos métodos mais eficientes para a seleção de lotes de sementes com alto vigor, pois permite identificar rapidamente a integridade das membranas celulares, sendo um método complementar ao teste de tetrazólio.

A Tabela 4 apresenta os resultados do teste de condutividade elétrica.

Tabela 4. Resultados do teste de condutividade elétrica em lotes de sementes de soja disponíveis para a safra 2024/2025.

Cultivar	Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$)
Bônus	1086,00 A
Origem	1070,70 B
Olimpo	757,92 C
TMG 2370	726,82 D
Neo 790	722,05 D
Neo 730	635,15 E
CV (%)	0,52

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05.

No presente estudo, as cultivares TMG 2370, Neo 790 e Neo 730 apresentaram os menores valores de condutividade elétrica (726,82 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$, 722,05 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ e 635,15 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$, respectivamente), sugerindo maior vigor e viabilidade. Esses resultados corroboram os dados obtidos nos testes de germinação e tetrazólio, indicando que essas cultivares possuem sementes com maior qualidade fisiológica. Esse comportamento foi observado em outros estudos, como o de Sousa *et al.* (2016), que demonstraram que a genética da cultivar influencia significativamente a integridade das membranas celulares, resultando em variações nos valores de condutividade elétrica entre diferentes materiais genéticos.

Por outro lado, as cultivares Origem (1070,7 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) e Bônus (1086 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) apresentaram os maiores valores de condutividade elétrica, indicando maior lixiviação de solutos e, conseqüentemente, menor integridade das membranas celulares. Esses

valores estão diretamente relacionados com os baixos desempenhos de germinação e vigor observados nos testes anteriores, reforçando a hipótese de que essas cultivares possuem menor qualidade fisiológica e maior suscetibilidade ao estresse ambiental. França-Neto *et al.* (2010) destacam que sementes com alta condutividade elétrica tendem a apresentar menor estabelecimento no campo, pois possuem membranas celulares menos eficientes na retenção de solutos essenciais para o metabolismo inicial da plântula.

Resultados semelhantes foram encontrados por Krzyzanowski *et al.* (2008), que ressaltaram a influência do armazenamento e do manejo das sementes na integridade das membranas. Segundo esses autores, cultivares geneticamente mais tolerantes à deterioração tendem a manter valores reduzidos de condutividade elétrica, mesmo após períodos prolongados de armazenamento. No entanto, fatores como tempo de estocagem e condições ambientais também podem contribuir para o aumento da lixiviação de eletrólitos, reduzindo o potencial de emergência das plântulas no campo.

Outro ponto relevante é a posição intermediária da cultivar Olimpo (757,92 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$), que apresentou valores superiores às cultivares de maior vigor, mas inferiores às cultivares de menor qualidade fisiológica. Isso indica que a integridade das membranas celulares dessa cultivar pode ser considerada moderada, um fator que deve ser levado em consideração no planejamento da semeadura, especialmente em condições de estresse ambiental.

Portanto, os resultados deste estudo reforçam a importância da condutividade elétrica como um critério eficiente para a seleção de sementes de alta qualidade. Conforme evidenciado por Sousa *et al.* (2024), a genética da cultivar e a posição da semente na planta podem influenciar diretamente os níveis de vigor e a integridade celular. Aliado a isso, estudos como os de França-Neto *et al.* (2010) e Krzyzanowski *et al.* (2008) reforçam a necessidade de práticas adequadas de armazenamento e manejo para minimizar a deterioração e garantir a máxima viabilidade das sementes no momento da semeadura.

A Tabela 5 resume os principais resultados dos testes de qualidade fisiológica das cultivares avaliadas, relacionando os parâmetros de germinação, emergência, vigor (teste de tetrazólio) e condutividade elétrica. Com base nos critérios estabelecidos pela legislação brasileira (mínimo de 90% de germinação e 80% de

vigor) e pela COPAMA (95% de germinação e 85% de vigor), é possível identificar diferenças significativas entre os materiais analisados.

Tabela 5. Resumo comparativo dos resultados obtidos nos diferentes testes realizados

Cultivar	Germinação (%)	Emergência (%)	Com vigor TZ (%)	C.E. ($\mu\text{s/cm/g}$)
Olimpo	98,0	94,5	91,0	757,92
Neo 790	98,0	97,0	88,0	722,05
TMG 2370	98,0	98,0	91,0	726,82
Neo 730	96,6	94,0	83,0	635,15
Bônus	95,5	90,5	17,0	1.086,00
Origem	86,5	92,0	61,0	1.070,70

Com vigor: soma de alto e médio vigor pelo teste de tetrazólio. Baixo vigor: apenas as classificadas com vigor baixo. TZ: teste de tetrazólio. C.E.: condutividade elétrica.

As cultivares Olimpo e TMG 2370 apresentaram os melhores desempenhos gerais, com 91% de sementes com vigor e 98% de germinação, sendo as únicas que atenderam simultaneamente aos critérios de germinação e vigor exigidos tanto pela legislação quanto pela COPAMA. A cultivar Neo 790, com 88% de vigor e 98% de germinação, também foi aprovada por ambos os critérios, embora seu vigor tenha sido 3% inferior ao de TMG 2370 e Olimpo.

A cultivar Neo 730 atingiu 96,56% de germinação, atendendo à COPAMA, mas apresentou apenas 83% de sementes com vigor, ficando 2% abaixo do mínimo exigido pela cooperativa, embora superando o critério da legislação.

Por outro lado, Origem, com 86,5% de germinação, foi reprovada pela legislação e pela COPAMA, e apresentou vigor de 61%, 22% inferior ao mínimo legal. Já Bônus, apesar de alcançar 95,5% de germinação (aprovada por COPAMA e legislação nesse aspecto), teve apenas 17% de sementes vigorosas, o que representa 66% a menos que a média das cultivares aprovadas, sendo reprovada em vigor pelas duas exigências mínimas.

Comparativamente, a cultivar Olimpo foi 74% superior à Bônus em vigor (91% vs. 17%), enquanto a Origem superou o Bônus em 44%, evidenciando o baixo

desempenho fisiológico dessa cultivar, mesmo com germinação inicial aparentemente satisfatória. Em termos de condutividade elétrica, Neo 730 apresentou o menor valor (635,15 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$), sendo 41% inferior ao valor registrado na cultivar Bônus. Os resultados de condutividade elétrica estão alinhados aos resultados de vigor e podem ser utilizados de maneira segura para atestar a qualidade fisiológica de sementes de soja.

4 CONCLUSÃO

- As cultivares *Neo 730*, *TMG 2370*, *Neo 790* e *Olimpo* apresentaram índices de germinação superiores a 95%, atendendo aos critérios estabelecidos pela legislação brasileira e COPAMA.
- A cultivar *Origem*, com 86,5% de germinação, foi reprovada pelos critérios da COPAMA.
- As cultivares *Neo 730* (73%), *TMG 2370* (71%) e *Olimpo* (70%) se destacaram pelo alto vigor, mas nenhuma delas atingiu o mínimo exigido pela COPAMA (85%), tendo atingido quando somados os valores de médio vigor.
- A cultivar *Bônus* apresentou apenas 7% de sementes com alto vigor e foi reprovada em vigor tanto pela legislação quanto pela COPAMA.
- As cultivares *Neo 730* (635,15 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$), *TMG 2370* (726,82 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) e *Neo 790* (722,05 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) apresentaram os menores valores de condutividade elétrica, indicando maior vigor e melhor integridade das membranas celulares.
- O vigor das sementes é o parâmetro mais crucial para garantir o bom desempenho das cultivares no campo. Apesar de várias cultivares atenderem aos critérios de germinação, o vigor foi o fator determinante para a seleção das cultivares com maior potencial produtivo.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009.
- CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. p. 1-30.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. (Ed.) **Sementes: ciências, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim da safra de grãos**. Brasília, DF: CONAB, 2024. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 10 abr. 2024.
- FRANÇA NETO, J. B. **Metodologia do teste de tetrazólio**. In: José de Barros França Neto, Francisco Carlos Krzyzanowski. – Londrina : Embrapa Soja, 2018. PDF (108 p.): il. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n.406).
- FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. da. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, Documentos, 116, p. 8-18, 22-24, 58, 62. 1998.
- FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p. 5-28, 1999.
- FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. **A importância do uso de sementes de soja de alta qualidade**. [S.l: s.n], 2010.
- FRIGERI, T. **Interferência de patógenos nos resultados dos testes de vigor em sementes de feijoeiro**. 2007. 77F. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.
- HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigour test methods**. 3. ed. Zürich: ISTA, 1995. 117 p.
- KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Vigor de sementes e competição intraespecífica em soja. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1248-1256, 2005.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A. A.; COSTA, N.P. da. **A semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades – Série Sementes**. Londrina, PR: EMBRAPA-CNPSO, 2008. 3 p. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 55)
- KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A.A.; COSTA, N.P. **O controle de qualidade agregando valor à semente de soja – Série sementes**. Londrina, Embrapa – CNPSO. 2008. 12p. (Circular Técnica 54).

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**, [S.L.], v. 16, n. 2, p. 1-19, 23 fev. 2024.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba, SP: FEALQ, 495 p. 2005.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. *In*: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina, PR: ABRATES, p. 1-24, 1999.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S. M.; SILVA, W. R. da. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz – FEALQ, p. 111, 130, 133. 1987.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. *In*: **Vigor de Sementes: Conceitos e Testes**. KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2-1 a 2-24.

PERRY, D.A. Report of the vigour test committee 1977-1980. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 9, n. 1, p. 115-126, 1981.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior/ Ministério da Educação e Cultura (ABEAS/MEC), 2ª.ed., p. 157, 194-195. 1985;

SBRUSSI, C. A. G.; ZUCARELI, C. Germinação de sementes de milho com diferentes níveis de vigor em resposta à diferentes temperaturas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 215-226, jan./fev. 2014. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n1p215.

SOUSA, T. R.; GUERRERO, M. C.; TEIXEIRA, I. R.; SILVA NETO, S. P. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja convencional coletadas em três posições da planta. *In*: **Anais...** Congresso de Produção Vegetal. Universidade Estadual de Goiás, Ipameri, 2024.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B.; WICKHAM, D.A. Corn seed vigor effect on no-tillage field performance. II. Plant growth and grain yield. **Crop Science**, v.29, p.1528-1531, 1991.

TORRES, B. S.; PAIVA, E. P. de; ALMEIDA, J. P. N. de; BENEDITO, C. P.; CARVALHO, S. M. C. Teste de condutividade elétrica na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de coentro. **Revista Ciências Agrônômica**, v. 46 n. 3, p. 622-629, 2015.

VIEIRA, R.D. Testes de condutividade elétrica. *In*: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal, SP: FUNEP, p. 103-132, 1994.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. *In*: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina, PR: ABRATES, p. 1-26, 1999.