

VIGOR DE SEMENTES E DENSIDADE POPULACIONAL COMO ESTRATÉGIAS PARA A PRODUÇÃO DE SEMENTES DE SOJA EM VÁRZEAS TROPICAIS

Lais Neves de Sousa¹; Patrícia Resplandes Rocha dos Santos²; Grazielle Pereira Mascarenhas¹; Suanny Leticia Marinho Ribeiro¹; Maurício Antônio Lucas³; Edmar Vinicius de Carvalho^{4*}

RESUMO

A produção de sementes de alta qualidade é essencial para fortalecer a expansão agrícola nas várzeas tropicais. Neste estudo, avaliou-se diferentes níveis de vigor de sementes (60%, 73% e 93%) e duas densidades populacionais (230 e 280 mil plantas ha⁻¹) sobre a produção e a qualidade fisiológica de sementes de soja, cultivar Dagma 7921 IPRO, em Lagoa da Confusão–TO. O experimento foi DBC com arranjo fatorial 3×2, onde avaliou-se características agrônomicas e a qualidade das sementes descendentes. Não houve influência dos tratamentos sobre altura de plantas, componentes produtivos e produtividade. Entretanto, sementes de maior vigor e a densidade recomendada favoreceram maior formação de plântulas normais e menor ocorrência de anormais. Os resultados evidenciam que, mesmo sem ganhos produtivos, o uso de sementes vigorosas aliado ao ajuste adequado da população é determinante para a produção de sementes de soja com melhor desempenho fisiológico em condições de várzea tropical.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.); estande de plantas; qualidade fisiológica; plântulas normais.

ABSTRACT

The production of high-quality seeds is essential to strengthen agricultural expansion in tropical floodplains. This study evaluated different seed vigor levels (60%, 73%, and 93%) and two population densities (230,000 and 280,000 plants ha⁻¹) on the production and physiological quality of soybean seeds, cultivar Dagma 7921 IPRO, in Lagoa da Confusão–TO. The experiment was a randomized complete block design with a 3×2 factorial arrangement, where agronomic characteristics and the quality of descendant seeds were evaluated. There was no influence of the treatments on plant height, productive components, and productivity. However, seeds with higher vigor and the recommended density favored greater formation of normal seedlings and a lower occurrence of abnormal ones. The results show that, even without productive gains, the use of vigorous seeds combined with adequate population adjustment is crucial to producing soybean seeds with better physiological performance under tropical floodplain conditions.

Keywords: *Glycine max* (L.); plant stand; physiological quality; normal seedlings.

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é uma das culturas de maior relevância socioeconômica mundial, inicialmente domesticada no nordeste da Ásia e posteriormente difundida pelo Ocidente (Chung & Singh, 2008).

Seu destaque no agronegócio se deve à elevada composição proteica e ao amplo uso industrial, incluindo alimentação humana e animal e produção de biocombustíveis (Büchling et al., 2017; Bagateli et al., 2020).

¹ Instituto Federal do Tocantins, Lagoa da Confusão, TO. Engenheira Agrônoma.

² Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO. Doutora em Produção Vegetal.

³ Cutivare Agronegócios, Lagoa da Confusão, TO. Engenheiro Agrônomo.

⁴ Instituto Federal do Tocantins, Lagoa da Confusão, TO. Doutor em Produção vegetal.

*e-mail para correspondência: emdar.carvalho@ifto.edu.br

Na safra 2024/2025, o Brasil alcançou uma produção de 171 milhões de toneladas (Conab, 2025), se consolidando como um dos maiores produtores mundiais. O país também figura entre os maiores produtores de sementes de soja, cuja qualidade é determinante para o sucesso das lavouras (Silva et al., 2025).

A produção sementeira é regulamentada pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) por meio da Lei nº 10.711/2003, do Decreto nº 10.586/2020 e da Instrução Normativa nº 45/2013, que estabelece padrões mínimos de germinação.

Embora o vigor não seja critério obrigatório, empresas têm adotado essa variável para diferenciar lotes com maior potencial de desempenho, avaliados por testes previstos nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2025), como germinação, envelhecimento acelerado e tetrazólio (França-Neto et al., 2022).

Na região do MATOPIBA, o Tocantins se destaca, respondendo por cerca de 12% da produção nacional de soja (Conab, 2025), com expressiva área plantada e produção na safra 2024/2025.

A região de Lagoa da Confusão tem importância estratégica para o setor sementeiro, pois suas várzeas tropicais apresentam condições ambientais favoráveis na entressafra, como ausência de chuvas e temperaturas amenas (Almeida et al., 2011), fatores que favorecem a produção de sementes de maior vigor e germinação (Carvalho et al., 2021).

O vigor das sementes tem sido associado a maior velocidade de emergência, estande uniforme e plantas mais competitivas, fatores que favorecem o aproveitamento de recursos e podem contribuir para maior produtividade (França-Neto et al., 2016; Rodrigues et al., 2018; Peske et al., 2019).

Outro componente essencial do manejo é a densidade populacional, que influencia a arquitetura, desempenho agrônomo e resposta da cultura ao ambiente, sendo dependente do genótipo e das condições de cultivo (Bagateli et al., 2020). A obtenção da população adequada também está relacionada ao uso de sementes de alta qualidade, especialmente sob condições ambientais restritivas (Cantarelli et al., 2015).

Apesar da relevância desses fatores, são limitados os estudos que abordam simultaneamente o vigor fisiológico e a densidade populacional com foco direto na produção de sementes, especialmente em ambientes de várzea tropical.

Estudos prévios têm investigado esses fatores de forma isolada, evidenciando que sementes de maior vigor resultam em plântulas mais vigorosas e em sementes produzidas com melhor qualidade (Bigolin et al., 2022), enquanto variações populacionais podem não alterar a qualidade fisiológica (Vasquez et al., 2008). Além disso, incrementos no vigor têm sido associados ao aumento da produtividade (Bagateli et al., 2019).

Diante da expansão da produção de sementes nas várzeas tropicais e da necessidade de estratégias de manejo que garantam qualidade fisiológica superior, torna-se essencial compreender como vigor inicial e população de plantas influenciam o desempenho da cultura nesses ambientes.

Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de vigor de sementes e de variações de densidade populacional na produção e qualidade de sementes de soja sob condições de várzea tropical.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Lagoa da Confusão-TO (10°49'18.38"S; 49°42'8.17"O; 200 m), sob condições de várzea tropical, na safra 2024/2024. O clima é classificado como Aw (tropical de verão úmido com período de estiagem no inverno), com temperatura média anual de 28 °C e precipitação de 1.750 mm.

Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições, em arranjo fatorial 3×2: três níveis de vigor (alto, médio e baixo), obtidos pelo envelhecimento acelerado, e duas densidades populacionais (230.000 e 280.000 plantas ha⁻¹). As unidades experimentais foram compostas por quatro linhas de 5 m espaçadas em 0,45 m, utilizando sementes da cultivar DAGMA 7921 IPRO.

A qualidade inicial (viabilidade) do lote foi determinada pelo teste de germinação

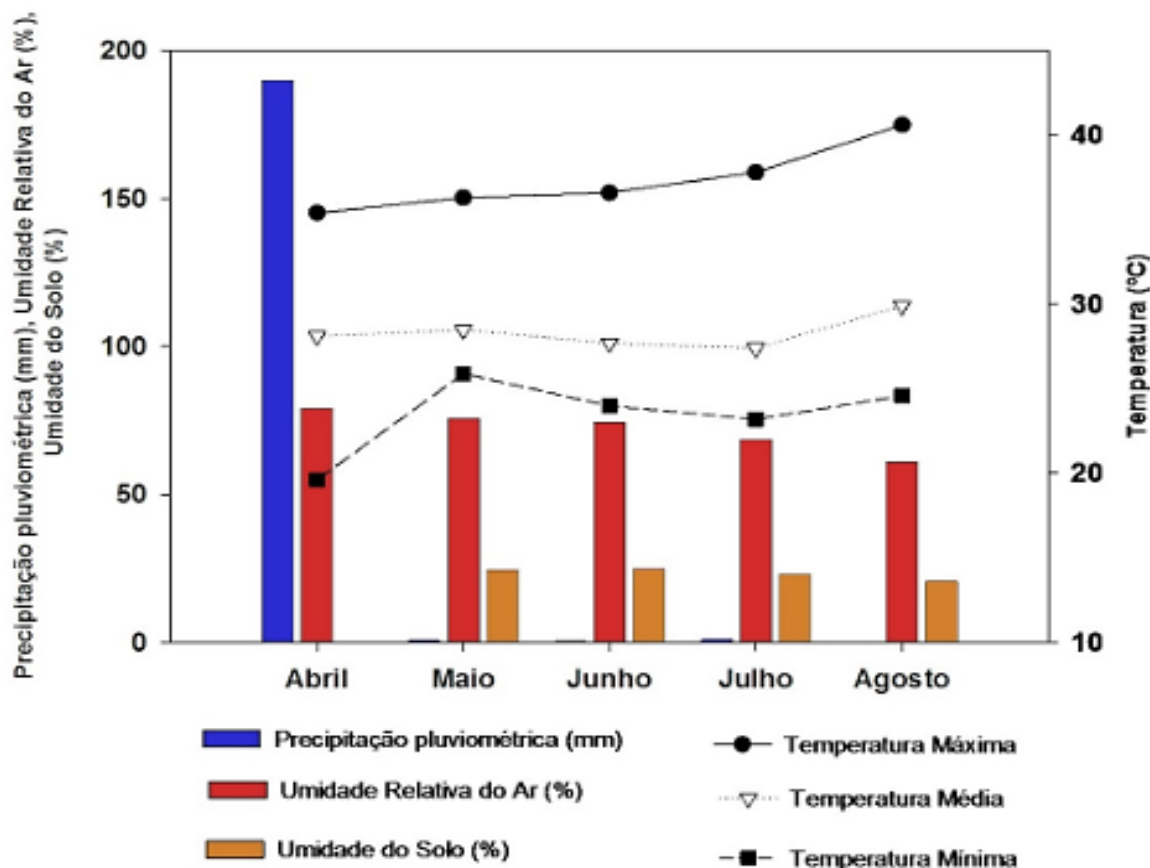
(Brasil, 2009), caracterizando-se como sementes de alta qualidade (>99% de germinação). Para indução dos níveis de vigor, quatro dias antes da semeadura (15/05/24), as sementes foram submetidas ao envelhecimento acelerado por 24 h (médio vigor) e 48 h (baixo vigor), a 41 °C, em caixas gerbox contendo 40 mL de água destilada, seguindo metodologia descrita por Marcos Filho (1999).

O vigor foi confirmado pelo Índice de Velocidade de Emergência (IVE), conforme Brasil (2009) e adaptações de França-Neto et al. (2022) e Vieira & Krzyzanowski (1999), resultando em 93% (alto), 73% (médio) e 60% (baixo).

O solo foi preparado conforme o manejo da propriedade, aplicando-se 300 kg ha⁻¹ de NPK 04-20-20. As sementes foram tratadas com Metalaxil-M, Fludioxonil e Tiabendazol e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*. A semeadura ocorreu em 19/05/2024, com 10,4 sementes m⁻¹ (230 mil plantas ha⁻¹) ou 12,6 sementes m⁻¹ (280 mil plantas ha⁻¹), utilizando plantadeira manual. O manejo fitossanitário seguiu as recomendações regionais, e a irrigação foi por subirrigação via elevação do lençol freático.

Os dados climáticos foram obtidos via INMET (Figura 1), e a umidade do solo monitorada semanalmente conforme Viana et al. (2017).

Figura 1. Gráfico de temperatura, precipitação e umidade do solo no período de condução do experimento, 2024.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e coletas de solo pelo próprio autor (2024).

As avaliações agrônômicas foram realizadas aos 20 DAS, 30 DAS e no florescimento, mensurando-se altura de 10 plantas coletadas ao acaso por parcela. No estágio R8 (Fehr et al., 1971), ou seja 95% das vagens secas, foi realizada a colheita (20/08/2024) de forma manual, colhendo-se as duas linhas centrais das parcelas e desprezando-se 0,50 m de cada linha.

Em 10 plantas por parcela avaliaram-se altura de planta final (AP), altura de inserção da primeira vagem (AIPV), número de vagens por

planta (NVP), número de ramos reprodutivos (NRR) e número de sementes por vagem (NSV). Após trilha e limpeza, determinaram-se peso de mil sementes (Brasil, 2009) e produtividade, com umidade corrigida a 13% (base úmida) e transformada em kg ha⁻¹.

As sementes produzidas foram armazenadas a 25 °C e posteriormente avaliadas quanto à qualidade fisiológica. O teste de germinação foi conduzido conforme Brasil (2009), utilizando quatro subamostras de 50 sementes.

O teste de tetrazólio foi realizado segundo Brasil (2009) e França-Neto et al. (2022), com pré-condicionamento por 24 h a 25 °C, coloração em solução 0,075% a 40 °C e classificação de viabilidade (classes 1-5) e vigor (classes 1-3) (França-Neto et al., 2022).

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o software R (R Core Team, 2022).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características morfológicas avaliadas de altura de plantas aos 20 dias (AP20 - 10,83 cm), no florescimento (APF - 27,93 cm), na colheita (AP - 57,70 cm) e altura de inserção da primeira vagem (AIPV - 8,66 cm) não apresentaram diferença estatística significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$), considerando os níveis de vigor e as populações de plantas (Tabela 1).

Esses resultados indicam que, nas condições deste estudo, o vigor inicial das sementes e a densidade populacional não influenciaram o desenvolvimento vegetativo da soja. Segundo Dörr et al. (2023), tais características tendem a ser mais fortemente

determinadas por fatores genéticos e ambientais do que por variações moderadas no vigor fisiológico ou na população.

A uniformidade observada pode estar associada ao uso de uma única cultivar (Dagma 7921 IPRO) em todos os tratamentos e às condições ambientais favoráveis proporcionadas pelo cultivo em várzea tropical.

Além disso, o período inicial contou com irrigação suplementar diária durante dez dias, somado ao efeito da subirrigação natural das várzeas, o que favoreceu a emergência e reduziu possíveis diferenças entre sementes de distintos níveis de vigor.

Hamman et al. (2002) também destacam que ambientes de semeadura favoráveis podem mitigar diferenças de desempenho entre lotes com distintos níveis de vigor.

Resultados semelhantes foram relatados por Cantarelli et al. (2015) e Rossi et al. (2017), que também não observaram efeito do vigor sobre a altura de plantas em soja, reforçando a ideia de que, sob condições adequadas, diferenças fisiológicas entre lotes têm menor efeito sobre a morfologia inicial.

Tabela 1. Altura de planta aos 20 dias (AP20); altura de planta no florescimento (APF); altura de planta na colheita (APC); altura de inserção de primeira vagem (AIPV), em plantas de soja, em função dos níveis de vigor das sementes (alto, médio e baixo) e da densidade populacional (230.000 mil plantas ha⁻¹ e 280.000 mil plantas ha⁻¹). Lagoa da Confusão- TO, 2024.

Vigor	AP20 (cm)	APF	APC	AIPV
Baixo	10,06 a	27,15 a	57,62 a	30,86 a
Médio	11,85 a	28,56 a	57,62 a	31,58 a
Alto	10,58 a	28,10 a	57,87 a	32,80 a
População	AP20 (cm)	APF	APC	AIPV
230 mil	10,53 a	27,33 a	56,83 a	32,80 a
280 mil	11,13 a	28,54 a	58,58 a	30,69 a
C.V	21,81	10,24	4,25	10,84

C.V: Coeficiente de variação. Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não apresentam diferença significativa a 5% pelo teste Scott-Knott.

Os componentes de produção número de vagens por planta (NVP), número de sementes por vagem (NSV), número de ramos reprodutivos (NRR), peso de mil sementes (PMS) e produtividade (PROD) também não

diferiram estatisticamente entre os níveis de vigor e as densidades avaliadas (Tabela 2). As produtividades variaram entre 2.820 e 2.907 kg ha⁻¹, valores semelhantes entre si.

Tabela 2. Número de vagens por planta (NVP); número de sementes por vagem (NSV); número de ramos reprodutivos (NRR); peso de mil sementes (PMS); produtividade (PROD), em plantas de soja, em função dos níveis de vigor das sementes (alto, médio e baixo) e da densidade populacional (230.000 mil plantas ha⁻¹ e 280.000 mil plantas ha⁻¹). Lagoa da Confusão- TO, 2024.

Vigor	NVP	NSV	NRR	PMS (g)	PROD (kg ha⁻¹)
Baixo	30,86 a	2,90 a	1,80 a	187 a	2.886 a
Médio	31,58 a	2,91 a	2,16 a	192 a	2.915 a
Alto	32,80 a	3,10 a	1,93 a	193 a	2.790 a
População	NVP	NSV	NRR	PMS (g)	PROD (kg ha⁻¹)
230 mil	32,80 a	2,89 a	2,06 a	190 a	2.820 a
280 mil	30,69 a	3,05 a	1,86 a	192 a	2.907 a
C.V	10,84	9,09	14,43	6,96	6,98

C.V: Coeficiente de variação. Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não apresentam diferença significativa a 5% pelo teste Scott-Knott. Vigor: 93 (alto), 73 (médio) e 60 (baixo). População: baixa (230.000 mil plantas ha⁻¹) e recomendada (280.000 mil plantas ha⁻¹).

Embora populações mais baixas possam reduzir a competição e favorecer a formação de estruturas reprodutivas (Carvalho et al., 2021; Balbinot Junior et al., 2015), essa condição não resultou em diferenças nos componentes

analisados. A soja é reconhecida por sua alta plasticidade fenotípica (Mauad et al., 2010; Büchling et al., 2017; Bagateli et al., 2020), ajustando seu crescimento conforme a densidade e o ambiente.

Assim, sob condições ambientais favoráveis, como as observadas neste estudo, a competição intraespecífica não foi suficiente para promover alteração significativa no desempenho produtivo.

Quanto ao vigor inicial, ainda que os níveis fossem distintos (60%, 73% e 93%), o lote de sementes apresentava alta qualidade e foi cultivado sob condições propícias, o que pode ter atenuado diferenças fisiológicas ao longo do ciclo.

Em relação à qualidade fisiológica das sementes produzidas, o teste de germinação mostrou diferença significativa apenas para plântulas normais entre os níveis de vigor (Tabela 3). Sementes derivadas de plantas oriundas de sementes de alto vigor apresentaram maior percentual de plântulas normais (85%), enquanto os níveis médio e baixo apresentaram valores semelhantes (78% e 79%).

Esse resultado reforça o papel do vigor na formação de plântulas normais e no uso eficiente de reservas durante a germinação (Henning et al., 2010; Ebone et al., 2020). Scheeren et al. (2010) também destacam que o vigor é um indicador importante da capacidade da semente em originar plântulas vigorosas e uniformes.

A população recomendada (280.000 plantas ha⁻¹) também resultou em maior porcentagem de plântulas normais (83%), valor acima do mínimo estabelecido pela Instrução Normativa nº 45/2013 do MAPA (80%).

Esse achado indica que o ajuste adequado da densidade de semeadura é uma estratégia importante para garantir padrões comerciais de qualidade fisiológica em áreas de várzea tropical.

Tabela 3. Resultados de germinação em papel (plântulas normais %) e viabilidade e vigor pelo teste de tetrazólio.

Vigor	Normais (%)	Viabilidade - Tz	Vigor - Tz
Baixo	79 b	85 a	72 a
Médio	78 b	79 a	63 a
Alto	85 a	89 a	76 a
População	Normais (%)	Viabilidade - Tz	Vigor - Tz
230 mil	78 b	86 a	72 a
280 mil	83 a	83 a	69 a
C.V	5,51	13,17	21,69

C.V: Coeficiente de variação. Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não apresentam diferença significativa a 5% pelo teste Scott-Knott.

Para o teste de tetrazólio, tanto a viabilidade (média de 84%) quanto o vigor

(média de 70%) não diferiram entre os tratamentos (Tabela 3). O valor médio de vigor

se enquadra como baixo segundo os critérios de França-Neto et al. (2022), indicando que apesar da viabilidade elevada, a integridade fisiológica das sementes foi menor.

Isso pode estar relacionado a fatores ambientais e de manejo ao longo do ciclo, como condições durante a maturação, estresses pontuais ou variações microambientais relatadas em outras pesquisas (Rodrigues et al., 2018; Krzyzanowski et al., 2018; Carneiro et al., 2020).

Resultados semelhantes, sem efeito de densidade ou vigor inicial sobre o desempenho fisiológico final, foram observados por Vasquez et al. (2008), Rossi et al. (2017) e Bigolin et al. (2022), sugerindo que a produção de sementes pode ser pouco sensível a esses fatores quando o ambiente de cultivo é favorável.

Para plântulas anormais (Tabela 4), sementes de alto vigor apresentaram menor percentual (14%) na população baixa, diferindo

significativamente dos níveis médio e baixo (25%).

Esse resultado reforça que o vigor inicial pode influenciar a expressão fisiológica da semente descendente. Já na população recomendada, os valores de plântulas anormais variaram entre 16% e 19%, sem diferenças significativas entre níveis de vigor.

Para plântulas anormais (Tabela 4), observou-se efeito significativo da interação entre vigor e população. Para sementes de baixo vigor, a população recomendada (280.000 plantas ha⁻¹) resultou em menor percentual de plântulas anormais (16%), enquanto a população reduzida apresentou valor significativamente maior (25%).

Isso demonstra que, quando o lote inicial apresenta menor vigor, a redução da densidade agrava o desempenho fisiológico das sementes produzidas, provavelmente pelo aumento da competição por recursos durante o ciclo.

Tabela 4. Resultados de germinação em papel para plântulas anormais.

Vigor	Porcentagem de plântulas anormais	
	230 mil pl ha ⁻¹	280 mil pl ha ⁻¹
Baixo	25 aA	16 aB
Médio	25 aA	19 aA
Alto	14 bA	16 aA

C.V: Coeficiente de variação. Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não apresentam diferença significativa a 5% pelo teste Scott-Knott.

Nas sementes de vigor médio, a tendência se manteve (25% e 19%), embora sem diferença estatística dentro da população

recomendada. Para sementes de alto vigor, as populações não diferiram entre si (14% e 16%), mas ainda assim os menores valores

absolutos foram observados no vigor superior (Tabela 4).

Em síntese, a população recomendada mostrou-se mais favorável à obtenção de sementes fisiologicamente superiores, especialmente quando a semeadura foi realizada com lotes de menor vigor.

4. CONCLUSÕES

Os resultados mostram que, nas condições de várzea tropical, o vigor das sementes e a densidade populacional não alteraram o desenvolvimento das plantas nem a produtividade.

Contudo, sementes de alto vigor associadas à densidade recomendada (280 mil plantas ha⁻¹) proporcionaram maior formação de plântulas normais, destacando sua importância para a qualidade fisiológica das sementes produzidas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. D. DE; PELUZIO, J. M.; AFFÉRI, F. S. Divergência genética entre cultivares de soja, sob condições de várzea irrigada, no sul do estado Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 108–115, mar. 2011. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000100014>

BAGATELI, J. R.; FRANCO, J. J.; MENEGHELLO, G. E.; VILLELA, F. A. Vigor de sementes e densidade populacional: reflexos na morfologia de plantas e produtividade da soja. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 38686-38718, jun. 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-422>

BAGATELI, J.R.; DÖRR, C.S.; SCHUCH, L.O.B.; MENEGHELLO, G.E. Productive performance of soybean plants originated from seed lots with increasing vigor levels. **Journal of Seed Science**, v.41, n.2, p.151-159, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v41n2199320>

BALBINOT JUNIOR, A.A.; PROCÓPIO, S.O.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C.; PANISON, F. Densidade de plantas na cultura da soja. Londrina: **Embrapa Soja**, 2015. 36 p. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n.364)

BIGOLIN, G.; CONTI, A.F.; BENNEDETTI, R.P.; HARTER, L.S.H.; Influência do vigor de sementes no rendimento e qualidade fisiológica de sementes de soja. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer, v.19 n.40; p. 14. 2022. https://doi.org/10.18677/encibio_2022b20

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009.

BÜCHLING, C.; NETO, A.M.O.; GUERRA, N.; BOTTEGA, E.L. Uso da plasticidade morfológica como estratégia para a redução da população em cultivares de soja. **Revista Agrarian**, v.10, n.35, p. 22-30, 2017. C

CANTARELLI, L. D.; SCHUCH, L. O. B.; TAVARES, L. C.; RUFINO, C. A. Variability of soybean plants originated from seeds with different physiological quality levels. **Acta Agronômica**, v.64, n.3, p.218-222, 2015. <https://doi.org/10.15446/acag.v64n3.45511>

CARNEIRO, T. H. M. et al. Efeito do vigor de sementes sobre as características fisiológicas e produtivas da soja. **Acta**

Iguazu, v.9, n.2, p. 122-133, 2020.
<https://doi.org/10.48075/actaiguaz.v9i2.23489>

CARVALHO, E. V.; PELUZIO, J. M.; FREIBERGER, C. N.; PROVENCI, L. Z.; MOTA, W. C. S. A época de semeadura na produção de sementes de soja em condições de várzea tropical. **Revista Sítio Novo**, v. 5, n. 1, p.100-117, 2021.
<https://doi.org/10.47236/2594-7036.2021.v5.i1.100-117p>

CHUNG, G.; SINGH, R.J. Broadening the genetic base of soybean: A Multidisciplinary Approach. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 27, n.5, p. 295-341, 2008.
<https://doi.org/10.1080/07352680802333904>

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, Brasília, DF, v.12 – Safra 2024/25, n.12 - Décimo segundo levantamento, p. 1-133, setembro 2025.

DÖRR, C. S.; PINZ, E. R.; BRATZ, I. S.; SPINELLI, V. M.; MARTINS, A. B. N.; DREWS, G. K.; MAGANO, D. A.; PANOZZO, L. E. Densidade de plantas e desempenho produtivo da soja. **Revista de Gestão e Secretariado**, [S. l.], v. 14, n. 10, p. 18821–18831, 2023.
<http://doi.org/10.7769/gesec.v14i10.3083>

EBONE, L.A.; CAVERZAN, A.; TAGLIARI, A.; CHIOMENTO, J.L.T.; SILVEIRA, D.C.; CHAVARRIA, G. Soybean seed vigor: uniformity and growth as key factors to improve yield. **Agronomy**, v. 10, p. 545, 2020.
<https://doi.org/10.3390/agronomy10040545>

FEHR WR et al. 1971. Stage of development descriptions for soybeans (*Glycyne max* L. Merrill). **Crop Science** 11: 929-931.

FRANÇA-NETO, J.B.; KRYZANOWSKI, F.C. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. (Embrapa Soja.

Documentos, 449), Londrina: **Embrapa Soja**, 2022.

HAMMAN, B.; EGLI, D.B.; KONING, G. Seed vigor, soil borne pathogens, preemergent growth, and soybean seedling emergence. **Crop Science**, v.42, p.451-457, 2002.
<https://doi.org/10.2135/cropsci2002.4510>

HENNING, F. A.; MERTZ, L. M.; JUNIOR, E. A. J.; MACHADO, R. D.; FISS, G.; ZIMMER, P. D. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**, v.69, p.727 734, 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. **Embrapa Soja** (Circular Técnica 136). Londrina, PR. 2018.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p. 3.1-3.24. 1999.

MAUAD, M.; SILVA, T. L. B.; ALMEIDA NETO, A. I.; ABREU, V. G. Influência da densidade de semeadura sobre características agrônômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**, v.3, n.9, p.175-181, 2010.
<https://ojs.ufgd.edu.br/agrarian/article/view/75>

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos**. 4 ed. Pelotas: Becker & Peske, 2019.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2022.

RODRIGUES, D. S.; SCHUCH, L. O. B.; MENEGHELLO, G. E.; PESKE, S. T..

Desempenho de plantas de soja em função das sementes e do estresse hídrico. **Revista Ciência Rural**. v. 20, n. 2. 2018.

<http://revista.urcamp.tcche.br/index.php/RCR/article/view/260>

ROSSI, R. F.; CAVARIANI, C.; FRANÇANETO, J. de B. Vigor de sementes, população de plantas e desempenho agrônomo de soja. **Revista de Ciências Agrárias**. v. 60, n. 3, p. 215-222. 2017.

<https://doi.editoracubo.com.br/10.4322/rca.2239>

SCHEEREN, B. R.; PESKE, S. T.; SCHUCH, L.O.B.; BARROS, A. C. A. Physiological quality of soybean seeds and productivity. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.35-41, 2010.

SILVA, L. C., PINHEIRO, D. T., SOARES, J. M., & DIAS, D. C. F. DOS S. Avaliação da qualidade de sementes de soja por análises fisiológicas e de imagens. *Revista Delos*, v. 18, n.64, p.e4122, 2025.

<https://doi.org/10.55905/rdelosv18.n64-122>

VAZQUEZ, G. H.; CARVALHO, N. M.; BORBA, M. M. Z. Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 30, n. 2, p. 1-11, 2008.

VIANA, J.H.M. et al. Umidade Atual. In: TEIXEIRA, P.C. et al (Ed.). **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Brasília-DF: EMBRAPA, 2017. p. 28-30.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇANETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 4, p. 1-26.