



**INSTITUTO
FEDERAL**
Piauí

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

JÚNIOR PEREIRA LIMA

**CRESCIMENTO INICIAL DE CULTIVARES DE
SOJA SUBMETIDAS A DIFERENTES NÍVEIS DE ESTRESSE HÍDRICO**

**URUÇUI-PI
2025**

JÚNIOR PEREIRA LIMA

CRESCIMENTO INICIAL DE CULTIVARES DE
SOJA SUBMETIDAS A DIFERENTES NÍVEIS DE ESTRESSE HÍDRICO

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

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Carmem Cristina Mareco de Sousa.

URUÇUI
2025

CRESCIMENTO INICIAL DE CULTIVARES DE SOJA SUBMETIDAS A DIFERENTES NÍVEIS DE ESTRESSE HÍDRICO

Júnior Pereira Lima¹

Carmem Cristina Mareco de Sousa Pereira²

RESUMO

O déficit hídrico é um dos principais fatores abióticos que limitam o crescimento e o desenvolvimento inicial das plantas, especialmente em regiões com irregularidade na disponibilidade de água. Na cultura da soja, o estresse hídrico nas fases iniciais pode comprometer o estabelecimento das plântulas, afetando características morfológicas essenciais ao desenvolvimento da cultura. Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a tolerância ao estresse hídrico de três cultivares de soja por meio da análise do crescimento inicial das plântulas submetidas a diferentes regimes hídricos induzidos. O experimento foi conduzido no Laboratório de Agropecuária do Instituto Federal do Piauí (IFPI) – Campus Uruçuí, utilizando delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 × 4, com cinco repetições. Foram avaliadas as cultivares DOMÍNIO BMX 84186 RSF, ADAPTA LTT 8402 IPRO e OLIMPO BMX 80182 RSF, submetidas a quatro níveis de regime hídrico (100, 75, 50 e 25% da capacidade do recipiente), conforme metodologia proposta por Souza et al. (2000). Após 20 dias de cultivo em germinador a 25 °C, com fotoperíodo de 12 horas, foram avaliadas a massa fresca da parte aérea (MFPA), a massa fresca da raiz (MFR), a massa seca da parte aérea (MSPA), a massa seca da raiz (MSR), o número de folhas (NF) e a altura das plântulas (AP). Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o programa R, versão 4.5.2. Os resultados demonstraram que as cultivares apresentaram respostas distintas aos regimes hídricos aplicados, evidenciando variações no crescimento inicial das plântulas. As cultivares OLIMPO BMX 80182 RSF e ADAPTA LTT 8402 IPRO destacaram-se por apresentar melhor desempenho vegetativo sob regime hídrico total.

Palavras-chave: Estresse hídrico. Glycine max L. Crescimento inicial. Regime hídrico.

ABSTRACT

Water deficit is one of the main abiotic factors that limit plant growth and initial development, especially in regions with irregular water availability. In soybean cultivation, water stress in the early stages can compromise seedling establishment, affecting morphological characteristics essential to crop development. Given this context, the present study aimed to evaluate the water stress tolerance of three soybean cultivars by analyzing the initial growth of seedlings subjected to different induced water regimes. The experiment was conducted at the Agricultural Laboratory

¹ Graduando(a) em Agronomia. Instituição Federal do Piauí. E-mail.

² Professora Doutora em Engenharia Agrícola. Instituição Federal do Piauí. E-mail carmem.pereira@ifpi.edu.br

of the Federal Institute of Piauí (IFPI) – Uruçuí Campus, using a completely randomized experimental design, in a 3 × 4 factorial scheme, with five replications. The cultivars DOMÍNIO BMX 84186 RSF, ADAPTA LTT 8402 IPRO, and OLIMPO BMX 80182 RSF were evaluated under four water regime levels (100, 75, 50, and 25% of the container capacity), according to the methodology proposed by Souza et al. (2000). After 20 days of cultivation in a germinator at 25 °C, with a 12-hour photoperiod, the shoot fresh mass (MFPA), root fresh mass (MFR), shoot dry mass (MSPA), root dry mass (MSR), number of leaves (NF), and seedling height (AP) were evaluated. The data obtained were subjected to statistical analysis using Tukey's test at a 5% probability level, using the R program, version 4.5.2. The results demonstrated that the cultivars showed distinct responses to the applied water regimes, evidencing variations in the initial growth of the seedlings. The cultivars OLIMPO BMX 80182 RSF and ADAPTA LTT 8402 IPRO stood out for presenting better vegetative performance under a full water regime.

Keywords: Water stress. *Glycine max* L. Initial growth. Water regime.

Data de aprovação: 04/12/2025 (data de apresentação do TCC)

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) consolidou-se como uma das culturas mais relevantes do agronegócio mundial, impulsionada pela solidez do mercado internacional, pela crescente demanda por proteína vegetal e animal e pelo avanço tecnológico que possibilitou a expansão da fronteira agrícola em diferentes regiões (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014). Esse cenário é confirmado pelas estimativas da safra 2024/25, que apontam produção recorde de grãos no Brasil, estimada em 350,2 milhões de toneladas, com a soja respondendo por 171,5 milhões de toneladas, resultado da ampliação da área cultivada, da produtividade média de 3.621 kg/ha e dos investimentos dos produtores, viabilizados pelo crédito do Plano Safra e por condições climáticas favoráveis (CONAB, 2025; AGÊNCIA GOV, 2025).

Apesar de seu protagonismo econômico, a soja apresenta elevada sensibilidade a fatores abióticos, destacando-se o estresse hídrico como uma das principais limitações ao seu cultivo (CABRAL et al., 2021). A fase de germinação e estabelecimento inicial da lavoura é determinante para o sucesso produtivo, uma vez que o déficit hídrico compromete a germinação, o vigor das sementes e a uniformidade do estande, refletindo negativamente no crescimento inicial das plântulas (PEREIRA et al., 2025).

A resposta da soja ao déficit hídrico é caracterizada por ampla variabilidade entre genótipos, o que evidencia a complexidade fisiológica desse estresse. Estudos conduzidos no Brasil demonstram que diferentes cultivares apresentam comportamentos contrastantes durante a germinação e o desenvolvimento inicial sob restrição hídrica, possibilitando a identificação de materiais com maior potencial de tolerância (TEIXEIRA et al., 2015; CABRAL et al., 2021).

Além dos parâmetros germinativos, o sistema radicular assume papel central na adaptação das plantas ao estresse hídrico, por constituir a principal interface de absorção de água no solo. Alterações morfológicas e anatômicas das raízes, observadas em condições de déficit hídrico, refletem estratégias adaptativas que favorecem a sobrevivência e o crescimento inicial das plantas em ambientes com restrição hídrica (DUARTE, 2018).

Dessa forma, a integração entre avaliações de germinação sob estresse hídrico e análises morfoanatômicas do sistema radicular configura-se como uma abordagem metodológica consistente para a identificação precoce de cultivares com maior tolerância ao déficit hídrico. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o crescimento inicial de cultivares de soja submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico

3 METODOLOGIA

3.1 LOCAL DE CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado no Laboratório de Agropecuária do Instituto Federal do Piauí (IFPI), Campus Uruçuí, em condições controladas de temperatura e luminosidade.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 3×4 , com cinco repetições, totalizando 60 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram em três cultivares de soja (*Glycine max* L.) — DOMÍNIO BMX 84186 RSF, ADAPTA LTT 8402 IPRO e OLIMPO BMX 80182 RSF — e quatro

regimes hídricos correspondentes a 100; 75; 50 e 25% da capacidade do recipiente (CR), definidos conforme a metodologia de Souza et al. (2000).

3.3 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO E CONDUÇÃO

A semeadura foi realizada em placas de Petri contendo algodão umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso do algodão. As placas foram acondicionadas em germinador tipo B.O.D., regulado à temperatura de 25 °C, com fotoperíodo de 12 horas de luz, e dispostas na posição vertical, permitindo a manifestação natural do geotropismo e o desenvolvimento inicial das plântulas.

Após 10 dias da emergência, foram selecionadas aleatoriamente vinte plântulas por cultivar, visualmente uniformes, as quais foram transplantadas para copos descartáveis contendo húmus como substrato. Em seguida, aplicaram-se os regimes hídricos de 100; 75; 50 e 25% da capacidade do recipiente, mantidos por um período adicional de 10 dias, durante a fase inicial de crescimento das cultivares.

3.4 AVALIAÇÕES E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Ao final do período experimental, foram avaliadas a massa fresca da parte aérea (MFPA), a massa fresca da raiz (MFR), o número de folhas (NF) e a altura da plântula (AP). Posteriormente, o material vegetal foi submetido à secagem em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65 °C, por 72 horas, para determinação da massa seca da parte aérea (MSPA) e da massa seca da raiz (MSR).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando constatada significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico R, versão 4.5.2.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, estão apresentados os dados da análise de variância das três cultivares estudadas submetidas a quatro níveis de regimes hídrico, onde observa-se que os parâmetros massa fresca da parte aérea e massa fresca da raiz apresentaram diferença significativa à 1% de probabilidade ($p \leq 0,01$) entre as cultivares, contudo, a

massa fresca da raiz foi significativa à 5% ($p \leq 0,05$) em relação à interação cultivar e regime hídrico. Massa seca da raiz foi significativo à 1% ($p \leq 0,01$) em relação ao regime hídrico e a massa seca da parte aérea à 1% ($p \leq 0,01$) em relação à interação. Já o número de folhas e altura da plântula apresentaram diferença significativa entre as interações cultivar e regime hídrico, à 1% ($p \leq 0,01$) e 5% ($p \leq 0,05$) de probabilidade, respectivamente.

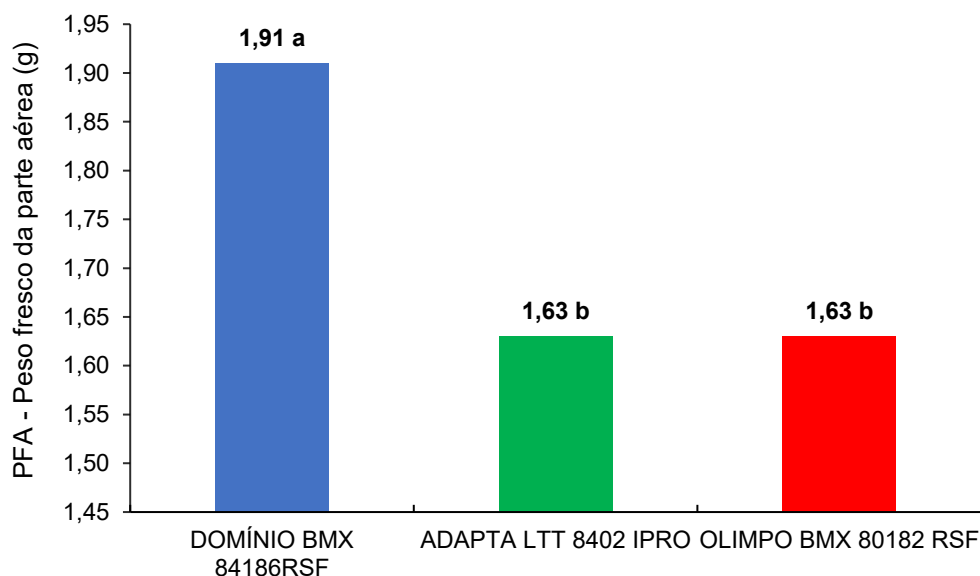
Tabela 1. Resumo da análise de variância para os dados de produção da Massa fresca da parte aérea (MFPA), Massa fresca da raiz (MFR), Massa seca da raiz (MSR), Massa seca da parte aérea (MSPA), Número de folhas (NF) e Altura da plântula (AP) nas cultivares da cultura da soja submetida a diferentes regimes hídricos.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS					
		MFPA	MFR	MSR	MSPA	NF	AP
Cultivar	2	0,9079**	36,054**	0,00852 ^{ns}	0,004941*	116,61**	925,6**
RH	3	1,0096**	3,848 ^{ns}	0,69387**	0,010975**	36,25**	289,4*
RH X Cult	6	0,4846 ^{ns}	20,774*	0,18071 ^{ns}	0,012029*	73,49**	624,3*
Resíduos	48	2,8235	69,009	1,03686	0,036580	135,80	1599,1
Total	59	5,2256	129,685	1,91997	0,064525	361,15	3438,4
CV (%)		14,13	40,95	41,27	16,98	17,33	23,63

FV: Fontes de variação; (**) significativo pelo teste F a 1%; (*) significativo pelo teste F a 5% (ns): não significativo; CV: Coeficiente de variação, RH – Regime Hídrico.

Na Figura 1, estão expostos os dados da massa fresca da parte aérea da cultivar DOMÍNIO BMX 84186RSF, que apresentou melhor desempenho em relação as outras cultivares com média de 1,91 g, mostrando ser uma cultivar mais tolerante em relação aos regimes de estresse hídricos aplicados. Magalhães et al. (2002) afirmam que quando há restrições devido à baixa disponibilidade de água no solo ou à alta demanda evaporativa, certos mecanismos fisiológicos são ativados, permitindo que as plantas superem ou tolerem essas limitações climáticas, ajustando seu crescimento e desenvolvimento, e até mesmo minimizando os impactos na produção final.

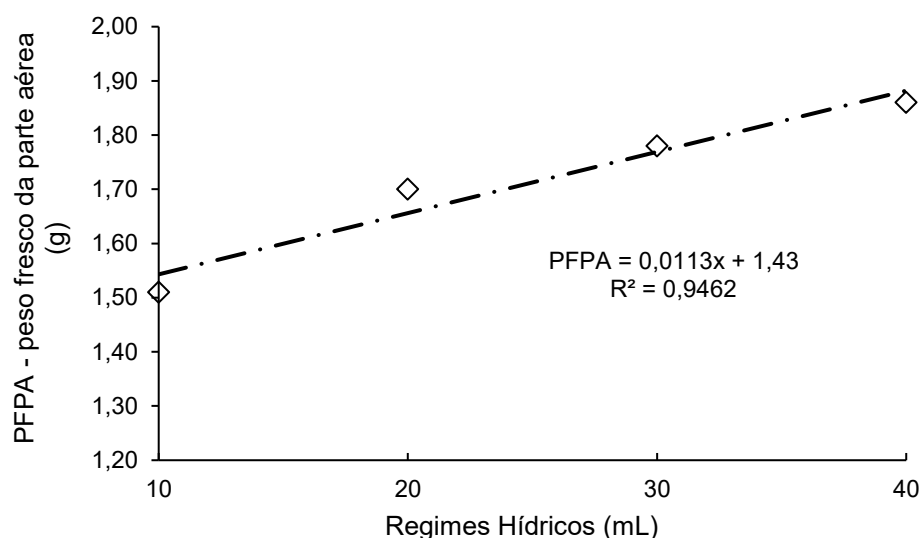
Figura 1. Peso fresco da parte aérea (MFPA) em cultivares de soja submetidas a diferentes regimes hídricos.



Em relação as cultivares ADAPTA LTT 8402 IPRO e OLIMPO BMX 80182 que apresentaram média de 1,63 g, autores afirmam que o estresse hídrico pode suprimir a expansão e o crescimento celular, afetando o metabolismo, desenvolvimento e estabelecimento das plântulas (Jaleel et al. 2009; Soares et al., 2015).

Na Figura 2, observa-se o comportamento da massa fresca da parte área em relação aos níveis hídricos aplicados. Pelos resultados constatou-se que o modelo matemático do tipo linear foi o que melhor se ajustou aos dados desta variável, com coeficiente de determinação de 0,9462, onde a lâmina de 40 mL (100% CR), foi a que proporcionou melhores condições para o desenvolvimento foliar e estrutural das cultivares. Pesquisas afirmam que o estresse hídrico reduz o crescimento e estabelecimento da plântula, independentemente da cultivar (Ávilla et al., 2007; Jaleel et al. 2009; Soares et al., 2015).

Figura 2. Comportamento da massa fresca da parte aérea (MFPA) em cultivares de soja submetidas a diferentes regimes hídricos.



Observa-se, na Figura 3, o comportamento da massa fresca da raiz das três cultivares avaliadas em função dos diferentes regimes hídricos impostos. Os resultados indicam que o modelo matemático linear foi o que melhor se ajustou aos dados das cultivares DOMÍNIO BMX 84186 RSF e OLIMPO BMX 80182 RSF, com coeficientes de determinação de $R^2 = 0,9869$ e $R^2 = 0,8825$, respectivamente. Para a cultivar ADAPTA LTT 8402 IPRO, o modelo que melhor representou os dados foi o polinomial de segundo grau, apresentando $R^2 = 0,6087$.

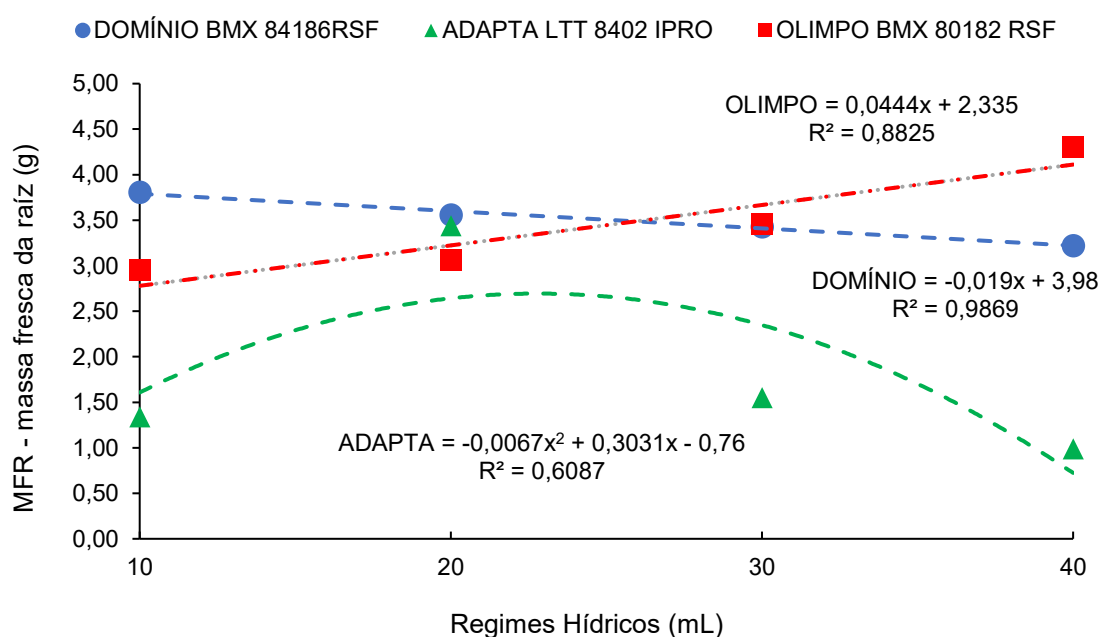
A massa fresca da raiz apresentou comportamento distinto entre as cultivares em resposta aos regimes hídricos. Para a cultivar DOMÍNIO BMX 84186 RSF, verificou-se maior desenvolvimento radicular sob menor disponibilidade hídrica, com valor aproximado de 3,80 g no regime de 10 mL. Com o aumento do volume de água aplicado, observou-se redução gradual da massa fresca da raiz, atingindo cerca de 3,55 g em 20 mL, 3,40 g em 30 mL e 3,20 g em 40 mL, indicando maior adaptação inicial ao estresse hídrico.

Em contraste, a cultivar OLIMPO BMX 80182 RSF apresentou incremento da massa fresca da raiz à medida que a disponibilidade hídrica aumentou, variando de aproximadamente 2,90 g em 10 mL para cerca de 4,30 g em 40 mL, evidenciando maior dependência do suprimento hídrico para o crescimento radicular inicial.

Por sua vez, a cultivar ADAPTA LTT 8402 IPRO apresentou comportamento quadrático, com massa fresca da raiz de aproximadamente 1,60 g no regime de 10

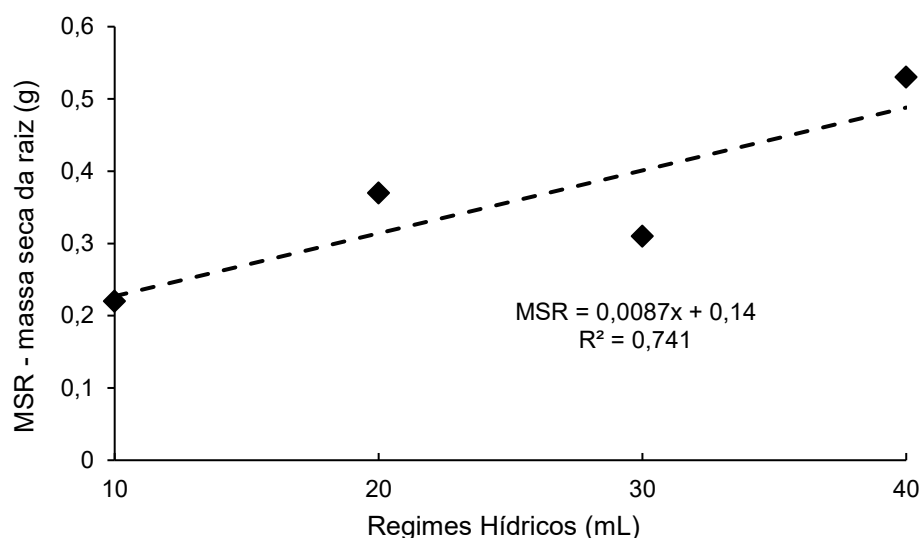
mL, incremento para cerca de 2,50 g em 20 mL e redução nos regimes subsequentes, com valores próximos de 1,55 g em 30 mL e 1,00 g em 40 mL. Esses resultados evidenciam diferentes estratégias de adaptação das cultivares às condições de disponibilidade hídrica no estágio inicial, conforme descrito por Ávila et al. (2007).

Figura 3. Comportamento da massa fresca da raiz (MFR) em cultivares de soja submetidas a diferentes regimes hídricos.



Na Figura 4, observa-se o comportamento da massa seca da raiz em função dos diferentes regimes hídricos impostos. Pelos resultados constatou-se que, o modelo matemático do tipo linear foi o que melhor se ajustou aos dados ($R^2 = 0,741$), onde à medida em que se aumenta a disponibilidade hídrica o valor da massa seca da raiz aumenta (0,53 g a 40 mL – 100% CR). Tais resultados ocorreram, possivelmente, em razão da maior disponibilidade hídrica ofertada as plantas, ocasionando processo de divisão e expansão celular, já que expansão radicular é uma característica desejável, pois contribui para o melhor estabelecimento das plantas (TAIZ et al., 2017).

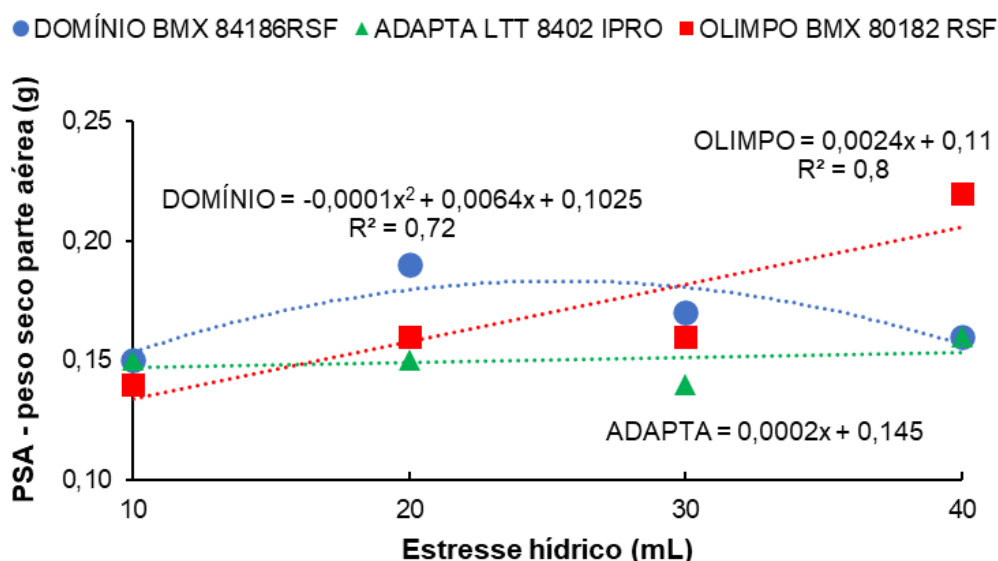
Figura 4. Comportamento da massa seca da raiz (MSR) em cultivares de soja submetidas a diferentes regimes hídricos.



Observa-se, na Figura 5, o comportamento da massa seca da parte aérea para as três cultivares avaliadas em função dos diferentes regimes hídricos impostos. Pelos resultados constatou-se que, o modelo matemático do tipo linear foi o que melhor se ajustou aos dados da cultivar OLIMPO BMX 80182 ($R^2 = 0,8$); já para a cultivar Domínio o modelo que melhor se ajustou foi o modelo polinomial de 2º grau ($R^2 = 0,72$). A cultivar ADAPTA LTT 8402 IPRO não teve a massa seca da parte aérea afetada pelos regimes hídricos aplicados.

De acordo com os dados, verifica-se que no desenvolvimento inicial da cultivar OLIMPO BMX 80182 obteve melhores resultados na massa seca da parte aérea à medida que a disponibilidade hídrica foi aumentando, sendo o maior valor médio alcançado de 0,22 g no regime hídrico de 40 mL (100% CR). Resultado semelhante foi encontrado por Atti et al. (2005) que concluíram que o déficit hídrico imposto ao solo afetou negativamente o crescimento e a produtividade da soja em níveis estresse hídrico abaixo de 50%. Segundo Larcher (2006), o aumento da massa seca está diretamente relacionado à maior taxa fotossintética e à eficiência do uso da água.

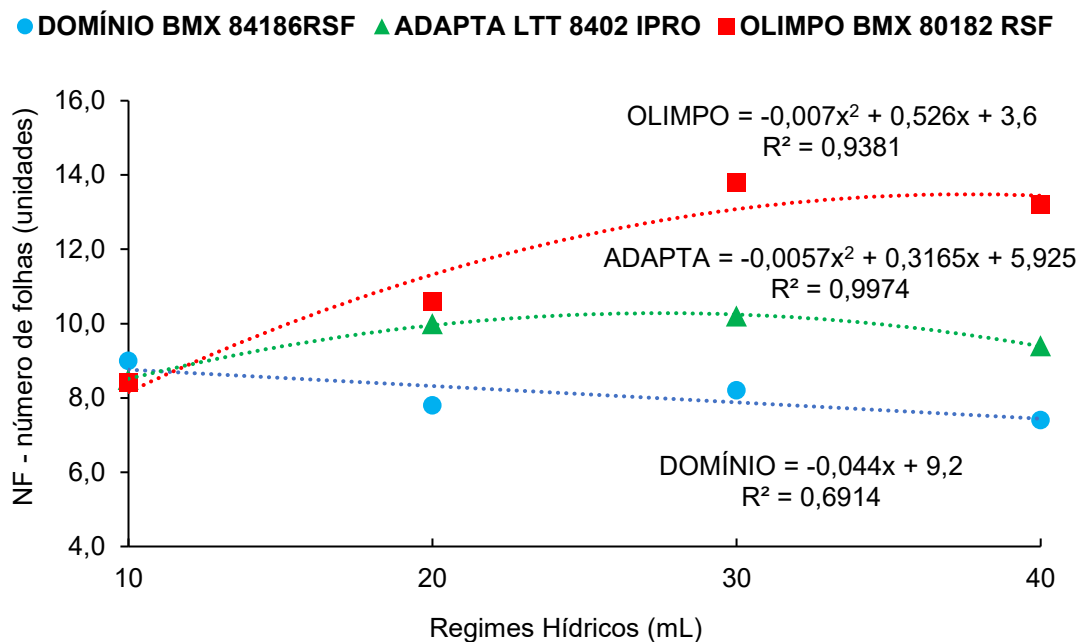
Figura 5. Comportamento da massa seca da parte aérea (MSPA) em cultivares de soja submetidas a diferentes regimes hídricos.



Observa-se, na Figura 6, o comportamento do número de folhas para as três cultivares avaliadas em função dos diferentes regimes hídricos impostos. Pelos resultados constatou-se que, o modelo matemático do tipo linear foi o que melhor se ajustou aos dados da cultivar DOMÍNIO BMX 84186RSF ($R^2 = 0,6914$); já para as cultivares ADAPTA LTT 8402 IPRO e OLIMPO BMX 80182 o modelo que melhor se ajustou foi o modelo polinomial de 2º grau ($R^2 = 0,9974$ e $0,9381$, respectivamente).

De acordo com os dados, verifica-se que no desenvolvimento inicial das cultivares OLIMPO BMX 80182 e ADAPTA LTT 8402 IPRO obtiveram melhores resultados no número de folhas à medida que a disponibilidade hídrica foi aumentando, sendo o maior valor médio alcançado de 13,2 e 9,4 g, respectivamente, no regime hídrico de 40 mL (100% CR). Resultados semelhantes ao de Ávilla et al. (2007) em sementes de canola sob estresse hídrico, onde constataram que plantas que se desenvolvem sob disponibilidade hídrica adequada, ocorre maior desenvolvimento da parte aérea.

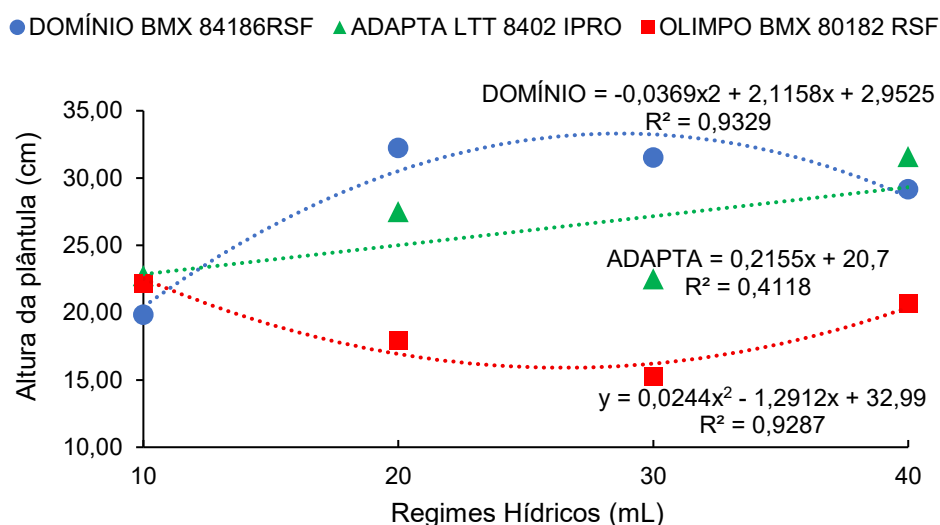
Figura 6. Comportamento do número de folhas (NF) em cultivares de soja submetidas a diferentes regimes hídricos.



Observa-se, na Figura 7, o comportamento da altura da plântula para as três cultivares avaliadas em função dos diferentes regimes hídricos impostos. Pelos resultados constatou-se que, o modelo matemático do tipo linear foi o que melhor se ajustou aos dados das cultivares OLIMPO BMX 80182 e ADAPTA LTT 8402 IPRO ($R^2 = 0,9287$ e $0,4118$, respectivamente); já para a cultivar DOMÍNIO BMX 84186RSF o modelo que melhor se ajustou foi o modelo polinomial de 2º grau ($R^2 = 0,9329$).

De acordo com os dados, verifica-se que no desenvolvimento inicial das cultivares DOMÍNIO BMX 84186RSF e ADAPTA LTT 8402 IPRO obtiveram melhores resultados da altura das plântulas à medida que a disponibilidade hídrica foi aumentando, sendo o maior valor médio alcançado de 29,16 e 31,60 cm, respectivamente, no regime hídrico de 40 mL (100% CR). Soares et al. (2015) verificaram redução no crescimento das plântulas de soja, provocado pelo estresse hídrico, causando a redução da expansão celular. O estresse hídrico suprime a expansão e o crescimento celular, afetando o metabolismo, desenvolvimento e estabelecimento das plântulas (Jaleel et al. 2009).

Figura 7. Comportamento da altura da plântula (AP) em cultivares de soja submetidas a diferentes regimes hídricos.



Essa redução no crescimento inicial das plântulas de soja foi constatada em outras culturas como cevada (Anjum et al. 2003), feijão (Machado Neto et al. 2006), canola (Ávila et al. 2007), milho (Silva et al., 2025) e sorgo (Coelho et al., 2014) quando submetidos a estresse hídricos.

Autores afirmam que independentemente do tamanho da semente ou da cultivar, a germinação e o desenvolvimento inicial pode ser severamente reduzida sob baixos potenciais hídricos, afetando na disponibilidade de água necessária para a ativação e manutenção do metabolismo das sementes (Costa et al., 2004; Moterle et al., 2006; Machado Neto et al., 2006; Ávila et al., 2007; Bewley et al, 2013; Soares et al., 2015).

5 CONCLUSÃO

O estudo realizado mostra que as cultivares de soja utilizadas na pesquisa apresentaram respostas distintas em relação às variáveis avaliadas, quando submetidos a diferentes regimes hídricos. Entre as cultivares analisadas, as OLIMPO BMX 80182 e ADAPTA LTT 8402 IPRO destacaram-se pelo melhor desempenho em massa seca da raiz, massa seca da parte aérea, número de folhas e altura da plântula submetidas ao regime hídrico de maior disponibilidade hídrica (100% da capacidade do recipiente).

Conclui-se que cada cultivar apresenta estratégias próprias frente à disponibilidade hídrica, e que o manejo adequado da irrigação deve considerar tais particularidades para favorecer o estabelecimento e o crescimento inicial da cultura.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA GOV. **Conab: safra de grãos 2024/25 será recorde com destaque para milho e soja.** Brasília, DF: [s. n.], 2025. Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202508/safra-de-graos-2024-25-e-estimada-em-345-2-milhoes-de-toneladas-com-recorde-na-producao-de-milho-e-soja>. Acesso em: 10 set. 2025.

ANJUM, F. et al. Water stress in barley (*Hordeum vulgare* L.): I. Effect on morphological characters. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, Faisalabad, v. 40, n. 1, p. 43-44, 2003.

ÁVILA, M. R. et al. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 98-106, 2007.

ATTI, S. et al. Response of soybean [*Glycinemax* (L.) Merr.] under chronic water deficit to lco application during flowering and pod filling. **Irrigation and Drainage**, v.54, p.15-30, 2005.

BARBOSA, J. R. et al. Produtividade da cultura da soja irrigada com déficit hídrico regulado no cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 14, n. 4, p. 4200-4210, 2021. DOI: 10.7127/rbai.v14n401196. Disponível em: <http://www.inovagri.org.br>. Acesso em: 12 set. 2025.

BARBOSA, J. R. et al. Uniformidade de distribuição de um sistema de irrigação por aspersão convencional na região do cerrado sul piauiense. In: CONGRESSO ONLINE DE ENGENHARIA DE IRRIGAÇÃO, 1., 2021. **Anais eletrônicos**. [S. l.]: iColibri, 2021. Disponível em: <https://icolibri.com.br/meeting2021/public/anais/TC0550012.pdf>. Acesso em: 13 set. 2025.

BEWLEY, J. D. et al. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3. ed. New York: Springer, 2013.

Brasil. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

CABRAL, R. C. et al. Identificação de cultivares de soja para tolerância aos estresses hídrico e salino durante a fase de estabelecimento da plântula. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente - RAMA**, v. 15, n. 4, 2022. DOI: 10.17765/2176-9168.2022v15n4e9789. Acesso em: 12 set. 2025.

COSTA, P. R. et al. Estresse hídrico induzido por manitol em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 105-113, 2004.

DUARTE, A. B. **Germinação de sementes e morfoanatomia de raízes de cultivares de soja submetidas à simulação de déficit hídrico**. 2018. 66 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2018.

FRANÇA, A. C. F. **Produtividade da área e da água em soja irrigada para diferentes variedades e metodologias de manejo da irrigação**. 2023. Dissertação (Mestrado) — Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), Piracicaba, 2023. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11152/tde-23032023-114942/publico/Ana_Carolina_Ferreira_Franca-versao_revisada.pdf. Acesso em: 19 set. 2025.

GAVA, R. et al. Estratégias de manejo de déficit hídrico na irrigação da cultura da soja. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, Tupã, v. 10, n. 3, p. 305-315, 2016.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2014. p. 1-67. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/990000/1/Oagronegociodasojanoscontextosmundialebrasileiro.pdf>. Acesso em: 10 set. 2025.

JALEEL, C. A. et al. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. **International Journal of Agriculture Biology**, Faisalabad, v. 11, n. 1, p. 100-105, 2009.

LACRETA, C. M. C.; SILVA, J. P. R. da; MOREIRA, L. S. V. **Aplicação de diferentes métodos de irrigações em regiões em período de estiagem**. 2024.

LUDWIG, E. J. et al. Estresse hídrico na qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com tiametoxam e polímeros. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 12, n. 10, p. e12121043427, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i10.43427>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/43427>. Acesso em: 10 set. 2025.

MACHADO NETO, N. B. et al. Deficiência hídrica induzida por diferentes agentes osmóticos na germinação e vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 142-148, 2006.

MOTERLE, L. M. et al. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho-pipoca submetidas ao estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 169-176, 2006.

PETTER, F. A. et al. Produtividade e qualidade de sementes de soja em função de doses e épocas de aplicação de potássio. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 89-102, 2014. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n1p89. Acesso em: 12 set. 2025.

PEREIRA, W. A. et al. Influência da restrição hídrica na germinação e no desenvolvimento inicial de plântulas de soja. **Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes (ABRATES)**. Disponível em: <https://www.abrates.org.br/>. Acesso em: 04 fev. 2026.

RAMBO, A. P. P. **Crescimento e produtividade de soja sob irrigação em diferentes épocas de semeadura no semiárido brasileiro**. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, 2017.

Disponível em: <http://repositorio.ufpi.br:8080/handle/123456789/1380>. Acesso em: 13 set. 2025.

SILVA, C. M. da. **Época de semeadura versus grupo de maturação nos componentes de rendimento da soja em microclima do cerrado piauiense**. 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/123456789/695>. Acesso em: 13 set. 2025.

SILVA, L. P. et al. Estimativa da produtividade de soja usando irrigação na época das chuvas no bioma Cerrado. **Agrometeoros**, v. 28, e026702, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.31062/agrom.v28.e026702>. Acesso em: 19 set. 2025.

SILVA, M. D. G. et al. **Pesquisa e inovação: expansão da soja no Piauí**. Informe Econômico, Teresina, v. 16, n. 31, p. 62, jun. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufpi.br/index.php/ie/article/view/1768>. Acesso em: 13 set. 2025.

SIMEÃO, M. **Crescimento e produtividade de grãos de soja sob déficit hídrico no solo**. 2016.

SOARES, M. M. et al. Estresse hídrico e salino em sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 4, p. 370-378, out./dez. 2015.

SOUZA, C. C. de et al. Avaliação de métodos de determinação de água disponível e manejo da irrigação em terra roxa sob cultivo de algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 3, p. 338–342, 2000.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TEIXEIRA, L. R. et al. Avaliação de cultivares de soja quanto à tolerância ao estresse hídrico em substrato contendo polietileno glicol. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 217-223, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v30i2.1731>. Acesso em: 11 set. 2025.