

Desempenho inicial do trigo submetido à deficiência hídrica induzida por polietilenoglicol e ao uso de bioestimulante

Jefferson Chaves Rodrigues^{1*}; Thaisa Capato de Lima¹; Junior Chaves Rodrigues¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{1*}jeffersoncr614@gmail.com

Resumo: O trigo (*Triticum aestivum* L.) destaca-se entre os cereais de inverno por sua importância econômica e elevada produtividade. No entanto, a produção nacional ainda é insuficiente para atender à demanda interna, evidenciando a necessidade de estratégias que aumentem a eficiência produtiva. Nesse contexto, o uso de bioestimulantes tem se mostrado promissor, sobretudo sob condições adversas como o estresse hídrico. Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos do tratamento de sementes com bioestimulante à base de extrato de algas marinhas sobre a germinação e o crescimento inicial de plântulas sob déficit hídrico induzido com polietilenoglicol (PEG 400). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2×4 (dois níveis de disponibilidade hídrica e quatro doses de bioestimulante), com quatro repetições. As variáveis analisadas incluíram germinação, comprimento da parte aérea e da raiz, número de plântulas normais e mortas, e massas fresca e seca. Os dados foram submetidos a testes de normalidade e, quando necessário, ao teste não paramétrico de Scheirer-Ray-Hare. Sob déficit hídrico, todas as variáveis apresentaram médias nulas, independentemente da dose aplicada, indicando que a ausência de água inviabilizou totalmente a germinação. Essa resposta evidencia a severidade do estresse hídrico imposto, que comprometeu completamente o desenvolvimento das plântulas. Os resultados demonstram que, nas condições deste experimento, o bioestimulante não foi capaz de mitigar os efeitos negativos da deficiência hídrica severa sobre o desempenho fisiológico das sementes.

Palavras-chave: germinação, vigor de plântulas, estresse abiótico.

Initial performance of wheat subjected to polyethylene glycol-induced water deficit and biostimulant application

Abstract: Wheat (*Triticum aestivum* L.) stands out among winter cereals due to its economic importance and high productivity. However, national production remains insufficient to meet internal demand, highlighting the need for strategies to improve production efficiency. In this context, the use of biostimulants has shown promise, especially under adverse conditions such as water stress. This study aimed to evaluate the effects of seed treatment with a seaweed extract-based biostimulant on the germination and early growth of seedlings under water deficit induced by polyethylene glycol (PEG 400). The experiment was conducted in a completely randomized design, arranged in a 2×4 factorial scheme (two water availability levels and four biostimulant doses), with four replications. Variables analyzed included germination rate, shoot and root length, number of normal and dead seedlings, and fresh and dry biomass. Data were subjected to normality tests and, when necessary, the nonparametric Scheirer-Ray-Hare test. Under water deficit conditions, all variables showed zero averages regardless of the applied dose, indicating that the absence of water completely prevented seed germination. This response highlights the severity of the imposed water stress, which fully compromised seedling development. The results demonstrate that, under the conditions of this experiment, the biostimulant was unable to mitigate the negative effects of severe water deficiency on the physiological performance of the seeds.

Keywords: germination, seedling vigor, abiotic stress.

Introdução

Entre os cereais cultivados durante o período de inverno, o trigo (*Triticum aestivum* L.) destaca-se por sua relevância econômica e pela elevada capacidade produtiva de grãos (Marini et al., 2011). Na safra de 2024, a produção nacional de trigo atingiu aproximadamente 7,89 milhões de toneladas, 2,6% abaixo da safra de 2023. Para a safra de 2025, a previsão é de um novo aumento, estimado em 3,53%, conforme projeções divulgadas pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2025).

Esses dados refletem a tendência de expansão da cultura do trigo no Brasil, embora a produção interna enfrente dificuldades para atender à demanda nacional. Nesse contexto, a Argentina permanece como o principal fornecedora externa de trigo ao Brasil, desempenhando papel estratégico no abastecimento nacional (Coêlho, 2021).

Segundo Chavarria, Pedersen e Deuner (2012), o desenvolvimento da produção de trigo no país tem apresentado avanços significativos ao longo dos anos, impulsionado principalmente pelos avanços científicos e tecnológicos aplicados no setor agrícola. Esse progresso tem contribuído para o aumento da capacidade produtiva nacional. Diante do cenário de alta demanda e expansão da produção, torna-se cada vez mais essencial adotar estratégias que promovam maior eficiência, buscando elevar a produtividade e, simultaneamente, reduzir os custos envolvidos no processo produtivo. Entre as estratégias empregadas com esse objetivo, destacam-se, os tratamentos de sementes com os inseticidas, fungicidas, bioestimulantes, micronutrientes e inoculantes (Machado, 2000).

Conforme descrito por Castro e Vieira (2001), bioestimulantes são compostos aplicados às sementes que facilitam a degradação das substâncias de reserva e estimulam processos celulares, como diferenciação, divisão e alongamento. Esses efeitos contribuem para o equilíbrio hormonal das plantas e para a plena expressão do seu potencial genético.

Diversas substâncias têm sido empregadas como bioestimulantes, entre as quais se destacam os ácidos húmicos, os ácidos fúlvicos, os reguladores vegetais e, mais recentemente, os extratos de algas marinhas (Oliveira et al., 2017). Os reguladores de crescimento presentes nesses bioestimulantes são compostos sinalizadores que promovem efeitos significativos no desenvolvimento das plantas. Dentre esses compostos, incluem-se moléculas com ação similar à das auxinas, giberelinas e citocininas (Aqualongo et al., 2017).

De acordo com Nepomuceno et al. (2001), a escassez de água durante a germinação representa um desafio significativo para a agricultura, tornando essencial tanto a seleção de genótipos com maior tolerância ao déficit hídrico quanto o desenvolvimento de tecnologias que possibilitem às plantas superar períodos prolongados de seca.

Segundo Parmar e Moore (1966) e Moraes e Menezes (2003), o polietilenoglicol (PEG) tem sido amplamente empregado em pesquisas como agente osmótico para simular condições artificiais de estresse hídrico. Essa escolha se deve às características físico-químicas do composto, como sua inércia química, ausência de toxicidade, elevado peso molecular e a incapacidade de ser absorvido pelas sementes, o que garante a simulação controlada do déficit hídrico sem interferências diretas no metabolismo das plantas.

Diante do exposto, o presente estudo tem como finalidade analisar os efeitos da aplicação de bioestimulante, por meio do tratamento de sementes, sobre a germinação e o crescimento inicial de plântulas de trigo submetidas a condições de estresse hídrico.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Germinação de Sementes do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz (FAG), localizado no município de Cascavel, Paraná. Foram utilizadas sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.), sendo previamente selecionadas para uniformidade de tamanho e ausência de danos visuais.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2×4 , compreendendo dois níveis de disponibilidade hídrica (com e sem déficit hídrico) e quatro doses de bioestimulante (0, 2, 4 e 6 mL kg⁻¹ de sementes), com quatro repetições por tratamento, totalizando 32 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi composta por 50 sementes, dispostas uniformemente em rolos de papel germitest.

O bioestimulante utilizado foi formulado à base de extrato de algas marinhas do tipo *Ascophyllum nodosum* e *Durvillaea potatorum*, aplicado diretamente às sementes antes da semeadura. A aplicação foi realizada por meio da homogeneização manual das sementes com o volume correspondente da solução de bioestimulante por quilo de semente.

A simulação do estresse hídrico foi realizada com a utilização de solução de polietilenoglicol (PEG 400), preparada de acordo com a metodologia proposta por Michel e Kaufmann (1973), visando simular uma condição controlada de déficit hídrico. Para os tratamentos sob estresse, os rolos de papel germitest foram umedecidos com a solução de PEG na proporção de 2,5 vezes o peso seco do papel. Nos tratamentos controle (sem estresse), foi utilizada água destilada na mesma proporção, conforme estabelecido pelas Regras para Análise de Sementes (Brasília, 2009).

Após a montagem dos rolos, estes foram acondicionados em câmara de crescimento tipo BOD, sob temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas, durante um período de sete dias. Ao final desse período, foram avaliadas as seguintes variáveis: porcentagem de

germinação, comprimento da parte aérea e da raiz, número de plântulas normais e mortas, e a massa fresca da parte aérea e da raiz, utilizando régua milimetrada e balança analítica de precisão.

Posteriormente, o material vegetal foi acondicionado em sacos de papel e submetido à secagem em estufa com circulação forçada de ar, mantida a 60 °C por 72 horas, para determinação da massa seca da parte aérea e da raiz. Os dados obtidos foram inicialmente submetidos à análise de normalidade, por meio do teste de Shapiro-Wilk, utilizando-se o programa estatístico SISVAR. Nos casos em que os dados não atenderam aos pressupostos de normalidade, mesmo após tentativas de transformação (logarítmica, raiz quadrada e arco-seno), optou-se pela utilização do teste não paramétrico de Scheirer-Ray-Hare, que é uma extensão do teste de Kruskal-Wallis para experimentos com mais de um fator. Este teste foi aplicado a fim de avaliar os efeitos principais e a interação entre os fatores “déficit hídrico” e “dose” sobre as variáveis analisadas. As análises foram realizadas no software Microsoft Excel, com o auxílio do suplemento estatístico Real Statistics®.

Resultados e Discussão

A análise a partir do teste não paramétrico de Scheirer-Ray-Hare revelou que o fator déficit hídrico influenciou significativamente todas as variáveis porcentagem de plântulas anormais, porcentagem de germinação, comprimento de parte aérea e raiz ($p < 0,001$) (Tabela 1), indicando que a redução na disponibilidade hídrica para as sementes de trigo provocou alterações marcantes na germinação e no desenvolvimento inicial das plântulas. Para as variáveis porcentagem de germinação, porcentagem de plântulas anormais, comprimento da parte aérea e comprimento da raiz, os valores de H foram, respectivamente, 26,83; 26,79; 26,58 e 26,59, todos com $p < 0,0001$, confirmando a alta significância estatística do efeito do estresse hídrico.

Em contrapartida, não foram observados efeitos significativos do fator bioestimulante em nenhuma das variáveis analisadas, bem como não houve interação significativa entre os fatores, sugerindo que as diferentes doses aplicadas não foram suficientes para mitigar os efeitos negativos do déficit hídrico nas condições em que o experimento foi conduzido.

Tabela 1 - Resultados do teste de Scheirer-Ray-Hare para as variáveis porcentagem de plântulas normais, porcentagem de germinação, comprimento da parte aérea e comprimento de raiz de plântulas de trigo (*Triticum aestivum*) obtidas a partir de sementes submetidas a diferentes doses de bioestimulante sob condições de presença (COM) e ausência (SEM) de déficit hídrico, induzido por polietilenoglicol. Cascavel, 2025.

Fonte de variação	GL	Soma de quadrados	Estatística (H)	p-valor
Porcentagem de plântulas anormais				
Déficit	1	2048	26,7994	0,00000**
Bioestimulante (doses)	3	17,5625	0,2298	0,9726
Déficit x Bioestimulante	3	17,5625	0,2298	0,9726
Erro	24	285,875	-	-
Total	31	2369	-	-
Porcentagem de germinação				
Déficit	1	2048	26,8334	0,0000**
Bioestimulante (doses)	3	35,3125	0,4626	0,9270
Déficit x Bioestimulante	3	35,3125	0,4626	0,9270
Erro	24	247,375	-	-
Total	31	2366	-	-
Comprimento da parte aérea				
Déficit	1	2048	26,5862	0,0000**
Bioestimulante (doses)	3	19,0	0,2466	0,9697
Déficit x Bioestimulante	3	19,0	0,2466	0,9697
Erro	24	302	-	-
Total	31	2388	-	-
Comprimento de raiz				
Déficit	1	2048	26,5918	0,0000**
Bioestimulante (doses)	3	29,6875	0,3854	0,9432
Déficit x Bioestimulante	3	29,6875	0,3854	0,9432
Erro	24	280,12	-	-
Total	31	2387,5	-	-

Legenda: H: valor da estatística do teste H de Kruskal-Wallis adaptado ao modelo fatorial. GL.: grau de liberdade **: significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Scheirer-Ray-Hare.

Resultados esses que estão em conformidade com os encontrados por Rosseto e Mourão Simonetti (2012), os quais, ao investigarem os efeitos da aplicação de extratos de algas e musgos na cultura do trigo, não observaram incrementos relevantes no comprimento ou no número de raízes. Diferentemente do que foi relatado por Moreira *et al.* (2018), que observaram efeitos positivos do extrato de algas marinhas no desenvolvimento inicial de plântulas de soja, os resultados obtidos neste estudo não evidenciaram os mesmos benefícios quando o bioestimulante foi aplicado. Essa divergência pode estar relacionada a fatores como a espécie cultivada, as condições edafoclimáticas ou a formulação do produto utilizado.

Ainda que os efeitos do bioestimulante não tenham sido estatisticamente significativos, as médias e os desvios-padrão foram apresentados na tabela 2 com o intuito de fornecer uma

visão geral do comportamento dos tratamentos. Essa apresentação é relevante do ponto de vista descritivo, permitindo a observação de possíveis tendências biológicas ou respostas promissoras que poderão ser melhor investigadas em futuros estudos, com diferentes dosagens, formulações ou condições experimentais.

Tabela 2 - Médias e desvios padrão (DP) da massa fresca da porcentagem de plântulas anormais (%A), porcentagem de germinação (%G), comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CR) obtidos de plântulas de trigo (*Triticum aestivum*) obtidas a partir de sementes submetidas a diferentes doses de bioestimulante sob condições de presença (COM) e ausência (SEM) de déficit hídrico, induzido por polietilenoglicol. Cascavel, 2025.

Déficit hídrico	Dose (ml kg ⁻¹)	%A ± DP	%G ± DP	CPA ± DP	CR ± DP
Sem	0	4,5 ± 0,83	88 ± 1,22	125,7 ± 3,84	136,3 ± 3,39
Sem	2	5,5 ± 1,48	87,5 ± 1,48	126,5 ± 2,89	133,1 ± 2,12
Sem	4	6 ± 1	84 ± 1,0	128,8 ± 1,74	128,5 ± 1,97
Sem	6	4 ± 1,22	86,5 ± 2,17	124,7 ± 2,77	130,9 ± 5,61
Com	0	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0
Com	2	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0
Com	4	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0
Com	6	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0

Observa-se que, nas condições sem déficit hídrico, a germinação ocorreu normalmente, com valores médios variando de 84% a 88%, e a porcentagem de plântulas anormais oscilou entre 4% e 6%, indicando uniformidade na qualidade fisiológica das plântulas mesmo com a aplicação de diferentes doses de bioestimulante (Tabela 2).

No entanto, nas condições com déficit hídrico, todas as variáveis apresentaram médias iguais a zero, independentemente da dose aplicada. Esse resultado indica que a ausência de água foi determinante para a inviabilização da germinação das sementes, impedindo o desenvolvimento da parte aérea e radicular.

Quanto ao comprimento da parte aérea e da raiz, sob ausência de estresse hídrico, os valores se mantiveram próximos entre as doses, variando de aproximadamente 124 a 129 mm para a parte aérea, e de 128 a 136 mm para as raízes. Embora o teste estatístico não tenha revelado diferenças significativas entre as doses de bioestimulante, a variação observada nas médias indica que, do ponto de vista fisiológico, não houve prejuízo expressivo ao desenvolvimento inicial das plântulas dentro das condições hídricas adequadas, o que reforça a ideia de que o bioestimulante, nas doses testadas, não exerceu efeito promotor nem protetor relevante frente ao déficit hídrico.

A apresentação das médias, ainda que sem diferenças estatísticas entre os tratamentos com bioestimulante, é relevante para elucidar o comportamento geral das respostas biológicas, especialmente em experimentos aplicados à fisiologia vegetal, onde respostas sutis podem se

manifestar de forma importante em contextos práticos, mesmo que não captadas por análises inferenciais.

As variáveis massa fresca de parte aérea e raiz e massa seca de parte aérea e raiz apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$) apenas para o fator “déficit hídrico”, enquanto o fator “bioestimulante” (doses aplicadas) e a interação entre ambos não apresentaram significância estatística (Tabela 3). Isso indica que a presença ou ausência de estresse hídrico foi o principal determinante das diferenças observadas nas variáveis morfofisiológicas analisadas, enquanto a aplicação do bioestimulante nas diferentes doses testadas não foi capaz de modular significativamente o desempenho das plântulas sob nenhuma das condições hídricas avaliadas.

Paiva (2007), também constatou que a disponibilidade hídrica influencia significativamente o desenvolvimento radicular, ao observar diferenças estatísticas marcantes na massa fresca das raízes de leguminosas forrageiras submetidas a distintas condições de umidade do solo. Além disso, o autor verificou que a massa seca da parte aérea apresentou variação significativa entre os tratamentos, com os maiores valores registrados nas plantas cultivadas sob ausência de estresse hídrico, indicando melhor desempenho fisiológico em condições adequadas de disponibilidade de água.

Os valores de H elevados para o fator déficit ($H > 26$ para todas as variáveis), acompanhados de p-valores extremamente baixos ($p < 0,0001$), reforçam a magnitude do impacto da restrição hídrica sobre a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas. Em contraste, os baixos valores de H para as doses de bioestimulante e para a interação ($H < 1,2$), associados a p-valores acima de 0,75, demonstram a ausência de influência estatisticamente detectável dessas variáveis sobre os parâmetros avaliados.

Resultados divergentes foram encontrados por Gehling (2014), demonstrou que o uso de extrato de algas proporcionou aumento na massa fresca e seca das raízes e da parte aérea de plântulas de trigo, independentemente da concentração do extrato aplicada, quando comparado ao tratamento controle.

Tabela 3 - Resultados do teste de Scheirer-Ray-Hare para as variáveis massa fresca da parte aérea e raiz e massa seca da parte aérea e raiz de plântulas de trigo (*Triticum aestivum*) obtidas à partir de sementes submetidas a diferentes doses de bioestimulante sob condições de presença (COM) e ausência (SEM) de déficit hídrico, induzido por polietilenoglicol. Cascavel, 2025.

Fonte de variação	GL	Soma de quadrados	Estatística (H)	p-valor
Massa fresca da parte aérea				
Déficit	1	2048	26,5862	0,0000**
Bioestimulante (doses)	3	16,5	0,2141	0,9752
Déficit x Bioestimulante	3	16,5	0,2141	0,9752
Erro	24	307	-	-
Total	31	2388	-	-
Massa fresca de raiz				
Déficit	1	2048	26,5862	0,0000**
Bioestimulante (doses)	3	88,25	1,1456	0,7660
Déficit x Bioestimulante	3	88,25	1,1456	0,7660
Erro	24	163,5	-	-
Total	31	2388	-	-
Massa seca de parte aérea				
Déficit	1	2048	26,5918	0,0000**
Bioestimulante (doses)	3	41,4675	0,5380	0,9104
Déficit x Bioestimulante	3	41,4375	0,5380	0,9104
Erro	24	256,62	-	-
Total	31	2387,5	-	-
Massa seca de raiz				
Déficit	1	2048	26,5918	0,0000**
Bioestimulante (doses)	3	69,25	0,8991	0,8256
Déficit x Bioestimulante	3	69,25	0,8991	0,8256
Erro	24	201	-	-
Total	31	2387,5	-	-

Legenda: H: valor da estatística do teste H de Kruskal-Wallis adaptado ao modelo fatorial. GL.: grau de liberdade**: significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Scheirer-Ray-Hare.

A Tabela 4 apresenta as médias acompanhadas dos seus respectivos desvios padrão para cada combinação de tratamentos. Observa-se que, na ausência de déficit hídrico, mesmo sem diferença estatística entre as doses de bioestimulante, houve desenvolvimento normal das plântulas. As médias de massa fresca da parte aérea variaram entre 0,5365 e 0,5725 g, enquanto as de raiz oscilaram entre 0,4225 e 0,5245 g. A massa seca da parte aérea apresentou valores entre 0,0446 e 0,0519 g, e a da raiz entre 0,0592 e 0,0739 g. Esses dados indicam uma relativa estabilidade do desenvolvimento biométrico, independentemente da dose de bioestimulante aplicada.

Tabela 4 - Médias e desvios padrão (DP) da massa fresca da parte aérea (MFPA) e de raiz (MFR) e da massa seca da parte aérea (MSPA) e raiz (MSR) de plântulas de trigo (*Triticum aestivum*) obtidas à partir de sementes submetidas a diferentes doses de bioestimulante sob condições de presença (COM) e ausência (SEM) de déficit hídrico, induzido por polietilenoglicol. Cascavel, 2025.

Déficit hídrico	Dose (ml kg ⁻¹)	MFPA ± DP	MFR ± DP	MSPA ± DP	MSR ± DP
Sem	0	0,5725 ± 0,01	0,5245 ± 0,01	0,0519 ± 0,003	0,0739 ± 0,004
Sem	2	0,5365 ± 0,03	0,4225 ± 0,02	0,0446 ± 0,002	0,0594 ± 0,005
Sem	4	0,5696 ± 0,03	0,4337 ± 0,02	0,0474 ± 0,002	0,0592 ± 0,004
Sem	6	0,5647 ± 0,02	0,4586 ± 0,02	0,0459 ± 0,002	0,066 ± 0,003
Com	0	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0
Com	2	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0
Com	4	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0
Com	6	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0

Sob condições de déficit hídrico, por sua vez, não foi observada germinação das sementes, resultando em médias nulas para todas as variáveis avaliadas. Essa resposta evidencia a severidade do estresse hídrico imposto, que impediu não apenas a emergência das plântulas, mas também qualquer acúmulo de biomassa. Esse efeito drástico sobre a germinação e subsequente desenvolvimento radicular e aéreo demonstra que, nas condições deste experimento, o bioestimulante aplicado não foi suficiente para mitigar os efeitos do estresse hídrico.

Esse resultado está de acordo com os achados de Bonfim-Silva *et al.* (2011), que relataram redução na massa seca de gramíneas submetidas à restrição de água. De forma semelhante, Costa *et al.* (2008) verificaram que a limitação hídrica na cultura do milho resultou em menor produção de matéria seca, evidenciando o impacto negativo do déficit hídrico no desenvolvimento vegetal.

Conclusões

Nas condições deste experimento, o déficit hídrico induzido por polietilenoglicol reduziu significativamente os parâmetros relacionados à germinação e ao crescimento de plântulas de trigo. As doses de bioestimulante utilizadas, no entanto, não influenciaram as variáveis analisadas, tanto na presença quanto na ausência de estresse hídrico. Os resultados indicam a necessidade de novas investigações com diferentes formulações e condições experimentais para avaliar o potencial dos bioestimulantes na mitigação dos efeitos do déficit hídrico.

Referências

- AGUALONGO, D. P.; ROSA, M. M.; SILVA, R. S.; BIANCHI, V. J.; BRAGA, E. J. B. **Efeito de diferentes tratamentos de sementes com bioestimulantes do crescimento na seletividade de herbicidas na cultura do trigo**. In: ECONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 19., 2017. Pelotas. Anais [...]. Pelotas: UFPel, 2017.
- BONFIM-SILVA, E. M.; DA SILVA, T. J. A.; CABRAL, C. E. A.; KROTH, B. E.; REZENDE, D. Desenvolvimento inicial de gramíneas submetidas ao estresse hídrico. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 180-186, 2011.
- BRASÍLIA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.
- CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor das plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 2, p. 222-228, 2001
- CHAVARRIA, G.; PEDERSEN, A. C.; DEUNER, C. C. Bioestimulantes: estabelecimento de plântulas e rendimento na cultura do trigo. **Revista Plantio Direto**, p. 27–31, 2012.
- COELHO, J. D. **Trigo: produção e mercados**. Caderno Setorial do Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste, v. 5, n. 151, jan. 2021.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – safra 2024/2025**. Companhia Nacional de Abastecimento, v. 9, n. 6, p. 1-88, 2025.
- GEHLIN G, V. M, Desempenho Fisiológico de Sementes de Trigo Tratadas com Extrato de Alga *Ascophyllum nodosum* (L.), **enciclopédia biosfera, centro científico conhecer** - goiânia, v.10, n.19; p. 744, 2014.
- MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras, LAPS/FAEPE, 2000. 138 p.
- MARINI, N.; TUNES, L. M.; SILVA, J. I.; MORAES, D. M.; CANTOS, F. A. A. Efeito do fungicida Carboxim Tiram na qualidade fisiológica de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 1, p. 17-22, 2011.
- MICHEL, Burlyn E.; KAUFMANN, Merrill R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. **Plant physiology**, v. 51, n. 5, p. 914-916, 1973.
- MORAES, G. A. F., MENEZES N. L. Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 33, n. 2, p. 219-226, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v33n2/15209.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2025.
- MOREIRA, E. A., BOTELHO, L. S., PEREIRA, M. S., OLIVEIRA, A. G., OLIVEIRA, G. G., REIS, N. A. **Efeito de bioestimulante à base de algas marinhas na qualidade fisiológica em sementes de soja**. SIC –Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, 3 p. 2018.

NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B.; OYA, T. Tolerância à seca em plantas: mecanismos fisiológicos e moleculares. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento, Brasília**, v. 4, n. 23, p.12-18, 2001.

OLIVEIRA, S.; LEMES, E. S.; NEVES, E. H.; RITTER, R.; MENDONÇA, A. O.; MENEGHELLO, G. E. Uso de biorregulador e seus reflexos na produção e qualidade de sementes de trigo. **Scientia Plena**, v. 16, n. 1, 2020.

PAIVA, A. S. D. **Disponibilidade hídrica na germinação de sementes e no crescimento de plântulas da leguminosa forrageira *Macrotyloma axillare* (E. Mey) Verdc. cv. Java**. 2007.

PARMAR, M. T.; MOORE, R. P. **Effect of simulated drought by polyethileneglycol solutions on corn (*Zea mays* L.) germination and seedling development**. Agronomy Journal, Madison, v. 58, n. 4, p.391-392, 1966.

ROSSETO, L.A e MOURÃO SIMONETTI, A.P.M Aplicação de produtos à base de algas e musgos na cultura do trigo. Cascavel, **Revista Cultivando o Saber** v.5, n.2, p. 149 - 156, 2012.