

Polímero e zinco com e sem tratamento industrial de sementes (TSI) no desenvolvimento inicial da soja

9

Elize Prudente Stein^{1*}; Norma Schlickmann Lazaretti¹

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

^{1*}elizeprudentestein@gmail.com



Resumo: A utilização do tratamento de polímero em sementes é uma prática que vem se desenvolvendo fortemente nos últimos tempos. O zinco é um micronutriente essencial no desenvolvimento das plantas. Este trabalho teve por objetivo avaliar a utilização de polímero e zinco com e sem tratamento industrial de sementes (TSI) na cultura da soja, no desenvolvimento inicial das plântulas. O experimento foi realizado no laboratório de germinação de sementes do Centro Universitário Assis Gurgacz, iniciado em 16/09/2024 e tendo o seu término em 20/09/2024. O delineamento experimental utilizado foi o DIC (Delineamento Inteiramente Casualizado), organizado em esquema fatorial 2 x 4, sendo fator um as sementes com e sem TSI e fator dois a utilização do zinco e polímero, com quatro

repetições. Os parâmetros avaliados foram, percentual de germinação, tamanho radicular e tamanho aéreo expressos em centímetros. O resultado superior foi quando da utilização de Zn + Polímero com o tratamento TSI, tendo uma germinação de 89%, tamanho radicular de 19,5% e parte aérea de 6,3%. O tratamento com zinco e polímero demonstrou um desempenho superior em termos de tamanho da raiz e aéreo quando associado ao TSI, evidenciando a importância da combinação de produtos no tratamento de sementes. Embora o TSI não tenha alterado a germinação, o seu uso contribuiu para um melhor desenvolvimento das plântulas, corroborando a ideia de que a aplicação de polímeros e micronutrientes, como o zinco, pode otimizar o potencial fisiológico das sementes. Assim, a escolha adequada do tratamento seria o tratamento de Zn + Polímero com o TSI.

Palavras-chave: *Glycine max*; recobrimento; germinação.

Polymer and zinc with and without industrial seed treatment (IST) in the early development of soybeans

Abstract: The use of polymer treatment in seeds is a practice that has been developing strongly in recent times. Zinc is an essential micronutrient in plant development. This study aimed to evaluate the use of polymer and zinc with and without industrial seed treatment (IST) in soybean crops, in the initial development of seedlings. The experiment was carried out in the seed germination laboratory of the Assis Gurgacz University Center, starting on 09/16/2024 and ending on 09/20/2024. The experimental design used was the DIC (Completely Randomized Design), organized in a 2 x 4 factorial scheme, with factor one being the seeds with and without TSI and factor two being the use of zinc and polymer, with four replicates. The parameters evaluated were germination percentage, root size and aerial size expressed in centimeters. The best result was obtained when Zn + Polymer was used with TSI treatment, with a germination rate of 89%, root size of 19.5% and shoot size of 6.3%. The treatment with zinc and polymer demonstrated superior performance in terms of root and shoot size when associated with TSI, highlighting the importance of combining products in seed treatment. Although TSI did not alter germination, its use contributed to better seedling development, corroborating the idea that the application of polymers and micronutrients, such as zinc, can optimize the physiological potential of seeds. Therefore, the appropriate treatment choice would be the Zn + Polymer treatment with TSI.

Keywords: *Glycine max*; seed coat; germination.

Introdução

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma planta aleuro-oleaginosa (Marcos Filho, 2015), originária da China, pertencente à família Fabaceae. Trata-se de uma cultura anual rica em proteínas, vitaminas, minerais e fibras, desempenhando um papel importante na alimentação humana e animal (Silva *et al.*, 2011). O Brasil se tornou o líder mundial em produção de soja, esperando para a safra 24/2025 ganhe destaque com uma previsão de colheita de 168,3 milhões de toneladas, o maior volume já registrado para o grão na história do país (CONAB, 2025).

De acordo com Werner *et al.* (2020), essa cultura tem apresentado um crescimento significativo nas últimas pesquisas, tanto em nível nacional quanto internacional, especialmente devido aos avanços tecnológicos recentes que envolvem o recobrimento das sementes com tratamentos químicos. Para Paula (2024) essa parte do mercado agrícola movimenta milhões de reais em gastos com inovações tecnológicas em relação a utilização de polímeros.

O polímero é um material com propriedades específicas, sendo macromoléculas formadas por unidades repetitivas chamadas de monômeros, atuando de diversas maneiras no recobrimento das sementes de soja, criando uma película que envolve a semente, auxiliando na proteção contra pragas e doenças, permite a liberação gradual de nutrientes, ajuda na hidratação e facilita o manuseio (Machado e Queiroz, 2018). Assim, Sbrussi *et al.* (2024) diz que esse tratamento químico pode agir interferindo na qualidade fisiológica ao armazenar a semente.

O zinco é um micronutriente essencial, que mesmo exigido em poucas quantidades tem um papel fundamental no auxílio à germinação, ajudando a ativar enzimas para metabolização de carboidratos, proteínas e lipídios, atua também na formação de clorofila, contribui para a fotossíntese e ajuda na resistência da planta a estresses ambientais (Nutrição de Safras, 2023). No entanto, existem poucos estudos sobre a utilização do zinco em conjunto com polímeros e seus efeitos sobre a cultura da soja. Sendo assim a utilização de nanopartículas de zinco surgiu a fim de auxiliar as plantas em seus primeiros estágios de desenvolvimento (Ramos *et al.*, 2024).

A utilização do tratamento químico com polímero produz algumas influências sobre os processos vitais da planta, especialmente na expansão inicial e evolução desse organismo vegetal (Ludwig, 2022). Para Bays *et al.* (2007) micronutrientes em conjunto com polímeros e fungicidas, não produzem efeitos negativos na fisiologia das sementes. Mas Scarsi *et al.* (2020) exemplificou que um aumento na concentração de polímeros pode causar uma falha na emergência das plântulas.

Segundo Ramos *et al.* (2024) a implementação de nanopartículas de zinco pode ter um benefício para a formação inicial da cultura, contribuindo para um maior percentual na germinação. Resolem e Franco (2000) demonstraram que o milho possui pouca sensibilidade à falta de zinco, o que não compromete a germinação e crescimento.

Ribeiro e Santos (1996), concluíram que o tratamento de sementes com zinco pode resultar na diminuição de aplicação de adubos via solo com este micronutriente, sendo assim, a redução do uso de matéria-prima não renovável.

Este trabalho tem por objetivo analisar diferentes tratamentos de polímero juntamente com zinco no recobrimento de sementes de soja sobre o desenvolvimento inicial da cultura.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em setembro no laboratório de germinação de sementes do Centro Universitário Assis Gurgacz, localizado em Cascavel, região Oeste do Paraná.

Foram utilizadas sementes de soja da cultivar 58I60 RSF IPRO adquiridas da Sementes Coopavel, onde quatro tratamentos eram com tratamento industrial de sementes (TSI) e outros quatro sem o TSI.

O delineamento experimental utilizado foi o DIC (Delineamento Inteiramente Casualizado), organizado em esquema fatorial 2 x 4, sendo fator um as sementes com e sem TSI e fator dois a utilização do zinco e polímero conforme a Tabela 1, com quatro repetições em cada tratamento. As unidades experimentais continham 50 sementes em casa.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos. Cascavel / PR, 2024.

TSI	Dosagem (mL Kg ⁻¹)	Produto adicionado	Dosagem (mL Kg ⁻¹)
Sem	-	-	-
Sem	-	Polímero	2
Sem	-	Zn + Polímero	2 + 2
Sem	-	Zn	2
Com	1	-	-
Com	1	Polímero	2
Com	1	Zn + Polímero	2 + 2
Com	1	Zn	2

Para o recobrimento de sementes com polímero foi aplicado o Agrelcoat SM 20 vermelho, e para o micronutriente foi utilizado o cloreto de zinco na concentração de Zn 21%.

O experimento foi montado no dia 16 de setembro de 2024, onde as sementes foram pesadas, adicionadas em embalagens de plástico juntamente com os produtos conforme a

Tabela 1, e então agitado para homogeneizar o tratamento à semente. As variáveis avaliadas foram a germinação, tamanho aéreo e tamanho radicular.

Para a condução do teste de germinação, foi utilizado papel filtro que foi pesado e adicionado água o equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco de acordo com as regras para análise de sementes (BRASIL, 2025). Foram colocadas 50 sementes sobre duas folhas de papel filtro, que foram cobertos com mais duas folhas de papel filtro e confeccionadas em rolos. Após realizar as quatro repetições, foi fixado um atilho na parte superior e outro na parte inferior dos rolos. Foram identificados todos os rolos e armazenados em sacos plásticos também identificados, levando-os ao germinador com temperatura ajustada para 25° C por cinco dias.

Os resultados foram obtidos avaliando as plântulas, classificando-as em normais, anormais e sementes mortas, sendo as plântulas normais o percentual de germinação de cada repetição.

Para a determinação do tamanho aéreo e o tamanho radicular foram selecionados aleatoriamente três plântulas em cada repetição dos oito tratamentos, e com o auxílio de uma régua milimétrica foi realizada a medição, e os resultados foram expressos em centímetros.

Após a obtenção dos resultados, eles foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro Wilk, a análise de variância ANOVA, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, utilizando o Software estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2019).

Resultados e Discussão

Na Tabela 2 são apresentados os resultados de germinação, tamanho da raiz e aéreo das plântulas, onde os coeficientes de variação dos resultados destas variáveis avaliadas ficaram entre 0 e 20%. Segundo Pimentel Gomes (2000), o coeficiente de variação é uma medida que expressa a precisão dos dados obtidos no experimento. Sendo baixo, quando o valor for inferior a 10%; médio, se estiver entre 10 a 20%; alto, quando o valor se encontrar entre 20 a 30%; muito alto se ultrapassar os 30%. Assim, essa classificação auxilia na interpretação de dados, sendo que o coeficiente de variação de germinação ficou em 6,7%, considerado baixo, tamanho da raiz com 9,93%, também baixo e o tamanho aéreo com 12,85% classificado como médio.

Ao avaliar os resultados de germinação (Tabela 2), observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos, com e sem TSI. Já quando comparados com e sem TSI, o tratamento com Zn + Polímero apresentou diferença, sendo o maior resultado com TSI (89%).

Resultados semelhantes foram obtidos por Decarli *et al.* (2019), onde não afetaram a germinação em sementes de alto vigor, mas aumentou o potencial de plantas normais em

sementes de baixo vigor. Esses resultados diferem-se dos apresentados por Gonçalves (2015), que verificou a influência do tempo e exposição do tratamento industrial de sementes, *on farm* e sem tratamento, em seu experimento e constatou que o tratamento industrial teve um índice de germinação abaixo do indicado.

Tabela 2 – Resultados de germinação (%), tamanho da raiz (cm) e tamanho aéreo (cm) obtidos em sementes de soja submetidos e não ao tratamento de sementes e combinação de zinco e polímero. Cascavel / PR, 2005.

Tratamentos Zinco e Polímero	Germinação (%)		Tamanho da raiz (cm)		Tamanho aéreo (cm)	
	Sem TSI	Com TSI	Sem TSI	Com TSI	Sem TSI	Com TSI
-	86 Aa	88 Aa	18,6 Aa	19,5 Aa	5,4 ABa	6,1 Aba
Polímero	85 Aa	83 Aa	19,7 Aa	19,9 Aa	6,2 Aa	6,6 Aa
Zn + Polímero	79 Ab	89 Aa	13,3 Bb	19,5 Aa	3,8 Cb	6,3 Aba
Zn	80 Aa	84 Aa	13,9 Ba	15,7 Ba	4,5 BCa	5,2 Ba
CV (%)	6,7		9,93		12,85	
DMS Coluna	10,97		3,39		1,38	
DMS Linha	8,21		2,54		1,03	

CV = Coeficiente de variação. DMS = Diferença mínima significativa. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação ao tamanho da raiz (Tabela 2), os melhores desenvolvimentos sem o TSI foram obtidos sem adição de zinco e polímero e com adição apenas do polímero, sendo estes diferentes dos demais tratamentos. Já quando utilizado as sementes com TSI, o tratamento onde foi aplicado apenas o zinco mostrou-se inferior e diferentes dos demais.

Quando comparados com e sem TSI, houve diferença apenas no tratamento utilizando zinco + polímero, sendo com TSI teve 19,5 cm de tamanho de raiz e sem TSI 13,3 cm. No experimento realizado por Cunha *et al.* (2015), constataram que o tratamento de sementes não afetou o desempenho da raiz, porém Dan *et al.* (2012), concluíram que o tratamento industrial com inseticidas teve um efeito negativo sobre o crescimento radicular.

O tamanho aéreo (Tabela 2) com e sem TSI apresentou significância. Sem TSI utilizando apenas o polímero apresentou o maior resultado (6,2 cm), sendo igual ao utilizando sem adição de polímero e zinco (5,4 cm). Com TSI o maior resultado foi obtido quando apenas o polímero (6,6 cm), sendo idêntico ao do uso zinco + polímero (6,3 cm) e o sem a adição do zinco e polímero. Diferiu apenas do que foi utilizado zinco (5,2 cm).

Ainda no tamanho aéreo, quando comparado com e sem TSI, o tratamento utilizando zinco + polímero apresentou significância, sendo com TSI o maior tamanho aéreo (6,3 cm). Em resultados diferentes como o de Cunha *et al.* (2015), quando avaliaram a influência de diferentes produtos utilizados no tratamento de sementes no desenvolvimento das plantas, e

concluíram que os tratamentos não diferiram da testemunha e outros dois tratamentos causaram até mesmo a redução do comprimento da parte aérea.

Com isso pode-se observar que o TSI não influencia diretamente na germinação da semente, mas sim no seu desempenho radicular e aéreo, proporcionando assim o melhor recobrimento dessas sementes. Segundo Pereira *et al.* 2021 o potencial fisiológico da soja é influenciado pela quantidade de produtos incorporados nas caldas do tratamento de sementes industriais, ou seja, aquelas sementes que receberam o TSI, obtiveram um melhor desempenho radicular e aéreo ao contrário daquelas que não passaram pelo tratamento industrial. Assim sendo, Bays *et al.* (2007) considerou que a utilização de polímeros melhora a aderência e distribuição de produtos, fazendo com que haja sementes com melhor cobertura.

De acordo com Oliveira *et al.* (2017) a aplicação de Zn teve um impacto positivo no teor foliar, na altura de plantas, no diâmetro do caule, altura da inserção das vagens e quantidade. Então, supõe-se que a utilização de zinco com o TSI diretamente na semente, não traz resultados significantes para o desenvolvimento na altura e comprimento radicular da planta.

Conclusão

O tratamento com zinco e polímero demonstrou um desempenho superior em termos de tamanho da raiz e aéreo quando associado ao TSI, evidenciando a importância da combinação de produtos no tratamento de sementes.

Embora o TSI não tenha alterado a germinação, o seu uso contribuiu para um melhor desenvolvimento das plântulas, corroborando a ideia de que a aplicação de polímeros e micronutrientes, como o zinco, pode otimizar o potencial fisiológico das sementes. Assim, a escolha adequada do tratamento seria o tratamento de Zn + Polímero com o TSI.

Referências

BAYS, R.; BAUDET, L.; HENNIG, A. A.; LUCCA, F. O. Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e polímero. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, p. 60-67, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Serviços Técnicos. Coordenação-Geral de Laboratórios Agropecuários. **Regras para Análise de Sementes – RAS**: Capítulo 4: Teste de Germinação. Rev. 1.1. Brasília: MAPA, 2025. Disponível em: https://wikisda.agricultura.gov.br/pt-br/Laborat%C3%B3rios/Metodologia/Sementes/cap_4_Germinacao_rev_1. Acesso em: 9 maio 2025.

CUNHA, R. P. D.; CORRÊA, M. F.; SCHUCH, L. O. B.; OLIVEIRA, R. C. D.; ABREU, J. D. S.; SILVA, J. D. G. D.; ALMEIDA, T. L. D. Diferentes tratamentos de sementes sobre o desenvolvimento de plantas de soja. **Ciência Rural**, v. 45, n. 10, p. 1761-1767, 2015.

CONAB: **safrade grãos 2024/25 tem estimativa recorde de 332,9 milhões de toneladas**. Disponível em: agenciagov.ebc.com.br. Acesso em: 09/02/2025.

DAN, L. G. M.; DAN, H. A.; PICCININ, G. G.; RICCI, T. T.; ORTIZ, A. H. T.; Tratamento de sementes com inseticida e a qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 1, p. 45-51, 2012.

DE OLIVEIRA, F. C.; BENETT, C. G. S.; BENETT, K. S. S.; da SILVA, L. M.; do CARMO Vieira, B. Diferentes doses e épocas de aplicação de zinco na cultura da soja. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 5, p. 28-35, 2017.

DECARLI, L.; LUDWIG, M. P.; FREIBERG, J. A.; GIROTTO, E. Tratamento industrial em sementes de soja: qualidade fisiológica e desempenho da cultura. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 3, p. 1-7, 2019.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 14ª ed. Piracicaba, 2000, 477p. GONÇALVES, P. H. B. **Qualidade de sementes de soja submetidas a diferentes tecnologias de tratamento químico**. Bachelor's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2015. 40 p.

LUDWIG, E. J. **Polímero e tratamento fitossanitário em sementes de soja e sua relação com a absorção de ingrediente ativo e desempenho em condições de estresse**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria. 2022. 72 p.

MACHADO, B.; QUEIROZ, S. É. Efeito do tratamento de sementes de soja com silício e polímero na qualidade fisiológica das sementes e nas características agrônômicas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, p. 1576-1584, 2018.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2ª.ed. Londrina, PR. ABRATES, 2015. 660 p.

NUTRIÇÃO DE SAFRAS. **Importância do zinco para as plantas**. Disponível em: nutricaodesafra.com.br. Acesso em: 09/02/2025.

PAULA, M. T. de. **Avaliação da eficácia de revestimento polimérico biodegradável em soja inoculada com bactérias benéficas**. Dissertação – Universidade Federal de Londrina, 2024. 67 p.

PEREIRA, R. C.; PEREIRA, L. C.; BRACCINI, A. L.; da SILVA, B. G.; PELLOSO, M. F.; CORREIA, L. V.; Borges, Y. M. Potencial fisiológico de sementes de soja submetidas ao tratamento industrial com bioestimulante antes e após armazenamento. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 40078-40093, 2021.

RAMOS, T. O.; SANTOS, R. F.; DOS SANTOS, N. B.; ZITHA, A. R.; TOKURA, L. K. Uso de nanopartículas de zinco e prata associadas a aminoácidos em sementes de soja. **Revista Caribeña de Ciencias Sociales**, v. 13, n. 5, p. e3930-e3930, 2024a.

RAMOS, T. O.; SANTOS, R. F.; TOKURA, L. K.; COSTA, R. N. U. Avaliação de desenvolvimento inicial da soja tratada com nanopartículas de zinco, prata e aminoácidos. **Observatório de La Economía Latinoamericana**, v. 22, n. 7, p. e5981-e5981, 2024b.

RIBEIRO, N. D.; SANTOS, O. S. dos. Aproveitamento do zinco aplicado na semente na nutrição da planta. **Ciência Rural**, v. 26, p. 159-165, 1996.

ROSOLEM, C. A.; FRANCO, G. R. Translocação de zinco e crescimento radicular em milho. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 24, p. 807-814, 2000.

SBRUSSI, C. A. G. **Conservação da qualidade fisiológica de sementes de milho superdoce em resposta ao armazenamento e revestimento com polímero**. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Londrina, 2024. 165 p.

SCARSI, M.; POSSENTI, J. C.; BRANDELERO, R. P. H.; DEUNER, C. Desempenho germinativo de sementes de soja revestidas com polímeros hidrofílicos. In: **Colloquium Agrariae**. ISSN: 1809-8215. p. 48-59. 2020.

SILVA, A. C.; LIMA, E. P. C de; BATISTA, ROGÊ H.; **A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação**. X V Encontro de Economia Catarinense, 2011.

WERNER, H. A.; DA COSTA ESTEVES, M. P.; LIMA, B. M.; VALCÁCIO, T. L.; DE CASTRO, W. C. P.; BARROS, S. C. S.; DE QUADROS, B. R. Qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* L. Merrill) tratadas com micronutrientes. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e787997761, 2020.