



Qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas com tratamentos a base de óxido de zinco, nutrientes e bioestimulantes

Physiological quality of soybean seeds stored with treatments with zinc oxide, nutrients and bio-stimulants

Camila Roberta Pereira¹, Nadia Graciele Krohn²

RESUMO

A soja tem se apresentado cada vez mais importante no cenário agrícola atual, considerando que a produção desta cultura está ligada ao expressivo crescimento do agronegócio entre as atividades econômicas do país. Com isso objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas, com tratamentos a base de óxido de zinco, nutrientes e bioestimulantes. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo avaliados oito tratamentos e quatro épocas de armazenamento, em esquema fatorial 8x4. Os tratamentos foram T0= testemunha; T1= Booster Pro[®]; T2= CMZ Infinity[®]; T3= Maxi Zinc[®]; T4= Concentrat Fix[®]; T5= Booster Pro[®] + CMZ Infinity[®]; T6= Booster Infinity[®]; T7= CMZ Infinity[®]. Foi utilizado o tratamento industrial em sementes da cultivar Brasmax Coliseu i2x. As épocas avaliadas foram 0, 30, 60 e 90 dias após o tratamento e início do período de armazenamento. Após o tratamento as sementes foram avaliadas com o teste de germinação, crescimento inicial e massa seca de plântulas. Com os resultados do trabalho pode-se observar que os tratamentos foram eficientes em manter o vigor e a viabilidade das sementes de soja desde que semeadas imediatamente, pois os produtos perderam eficiência durante o armazenamento. Os tratamentos não apresentaram efeito fitotóxico durante o armazenamento das sementes.

PALAVRAS-CHAVE: armazenamento. micronutrientes. viabilidade.

ABSTRACT

Soy has become increasingly important in the current agricultural scenario, considering that the production of this crop is linked to the significant growth of agribusiness among the country's economic activities. With this, the objective was to evaluate the physiological quality of stored soybean seeds, with treatments based on zinc oxide, nutrients and biostimulants. A completely randomized design was used, with four replications, with eight treatments and four storage times evaluated, in factorial scheme 8x4. The treatments were T0= control; T1= Booster Pro[®]; T2= CMZ Infinity[®]; T3= Maxi Zinc[®]; T4= Concentrate Fix[®]; T5= Booster Pro[®] + CMZ Infinity[®]; T6= Booster Infinity[®]; T7= CMZ Infinity[®]. Industrial treatment was used in seeds of the cultivar Brasmax Coliseu i2x. The times evaluated were 0, 30, 60 and 90 days after treatment and beginning of the storage period. After treatment, the seeds were evaluated with the germination test, initial growth and seedling dry mass. With the results of the work, it can be observed that the treatments were efficient in maintaining the vigor and viability of the soybean seeds since they were sown immediately, since the products lost efficiency during storage. The treatments showed no phytotoxic effect during seed storage.

KEYWORDS: storage. micronutrients. viability.

INTRODUÇÃO

A soja tem se apresentado cada vez mais importante no cenário agrícola atual, com produção brasileira de 123.829,5 milhões de toneladas em uma área de 40.921,9 milhões de hectares. A produtividade média foi de 3.026 kg/ha (CONAB, 2022). Um dos principais motivos que contribuíram para esse desempenho é a produção de sementes

¹ Bolsista da UTFPR. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil. E-mail: camilarobertapereira@hotmail.com. ID Lattes: 7825692823522410.

² Docente no Curso de Agronomia/COAGR. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil. E-mail: ngkrohn@utfpr.edu.br. ID Lattes: 7111717589850691.



com qualidade fisiológica. A semente apresenta grande relevância na implantação da lavoura, pois é ela que carregar o material genético que vai permitir que a cultura expresse seu potencial produtivo, pensando nas novas tecnologias e o constante crescimento da população (MACULAN et al., 2021).

No entanto, é importante buscar meios que possam contribuir para a manutenção da qualidade e viabilidade fisiológica das sementes. O mais importante para isto é a adoção de boas práticas de armazenamento, uma vez que submete a semente a condições ideais de temperatura e umidade, que são responsáveis por reduzir a atividade metabólica das sementes e por consequência o processo de deterioração. Além disso, proporciona um ambiente desfavorável para o estabelecimento de patógenos e pragas (JUVINO et al., 2014).

Assim sendo, objetivou-se, com a condução do presente trabalho, avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas com tratamentos a base de óxido de zinco, nutrientes e bioestimulantes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido com sementes certificadas colhidas na safra de 2022, no Laboratório de Melhoramento Genético e Tecnologia de Sementes localizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná *campus* Santa Helena. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, em esquema fatorial 8x4, sendo avaliados oito tratamentos e quatro épocas de armazenamento.

Foram usados produtos formulados comerciais para tratamento de sementes, com a seguinte composição, de acordo com a Tabela 1:

Tabela 1- Tratamentos e formulações usados no experimento de avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas antes do armazenamento.

Tratamento	Produto	Formulação
T0	Sem tratamento	-
T1	Booster Pro®	<i>E. maxima</i> + Mo 24,4 g L ⁻¹ + Zn 36,6 g L ⁻¹
T2	CMZ Infinity® (dose recomendada pelo fabricante)	Cu 10,47 g L ⁻¹ + Mo 5,57 g L ⁻¹ + Zn 47,9 g L ⁻¹
T3	Maxi Zinc®	Óxido de cobre 100 g L ⁻¹
T4	Concentrat Fix®	Mo 35,2 g L ⁻¹ + Co 3,0 g L ⁻¹ + Ni 1,6 g L ⁻¹
T5	Booster Pro® + CMZ Infinity®	Idem T1 + T2
T6	Booster Infinity®	<i>E. maxima</i> + Mo 42,62 g L ⁻¹ + Zn 317,16 g L ⁻¹ + Cu 66,6 g L ⁻¹
T7	CMZ Infinity® (três vezes a dose recomendada)	Idem T2

Os tratamentos foram usados na dosagem de 200 mL.100 kg⁻¹ de sementes, com exceção da testemunha, onde não foi aplicado tratamento e do tratamento T7 onde foi aplicada três vezes a dose recomendada de CMZ Infinity, ou seja, 600 mL.100 kg⁻¹ de sementes. O volume de calda utilizado foi de 600 mL.100 kg⁻¹ de sementes e quando necessário foi utilizada água destilada completar o volume. Foi utilizado o tratamento industrial em sementes da cultivar Brasmax Coliseu i2x (63iX65RSF I2x).

As épocas avaliadas foram aos 0 dias (26/10/2022), continuando com 30 (22/11/2022), 60 (21/12/2022) e 90 dias (08/02/203) de armazenamento, após o tratamento.

As sementes de soja foram avaliadas por meio de teste de germinação (primeira e última contagem; BRASIL, 2009), crescimento e massa seca de plântulas (KRZYZANOWSKI et al., 2020).

Para a avaliação de germinação foram realizadas quatro repetições de 50 sementes distribuídas em rolos de papel germitest umedecidos com 2,5 vezes a massa do papel seco com água destilada.



O teste de crescimento de plântulas, que foi conduzido de acordo com metodologia adaptada de Krzyzanowski et al. (2020), utilizando quatro repetições de 10 sementes de soja, em rolos de papel germitest.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias do fator tratamento foram comparadas pelo teste de Tukey e os dados do fator período submetidos a análise por polinômios ortogonais, apresentando a equação que foi estatisticamente significativa. Conduziu-se a análise estatística com o auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para todos os testes realizados observou-se efeito significativo dos fatores isolados tempo e tratamento, bem como da interação dos mesmos.

Considerando a primeira contagem do teste de germinação (Tabela 2) ao 0 dia de tratamento e armazenamento, T2, T3, T5, T6 e T7 apresentaram-se superiores à testemunha, evidenciando o efeito benéfico dos mesmos. Este efeito benéfico pode estar associado ao fato de o zinco ativar enzimas, acelerando a respiração e, por consequência, a produção de ATP para os processos que necessitam de energia (TAIZ e ZEIGER, 2010), como é o caso da germinação. Adicionalmente, os tratamentos que apresentam extrato de *E. maxima* (Booster Pro[®] + CMZ Infinity[®] e Booster Infinity[®]), apresentaram efeito bioestimulante promovido pela alga. Aos 30, 60 e 90 dias de tratamento e armazenamento nenhum tratamento diferiu da testemunha, provavelmente porque as moléculas já tenham perdido a sua meia-vida não apresentando nenhum efeito residual nesses tempos de armazenamento.

Para o fator tempo, analisando ainda a primeira contagem do teste de germinação (Tabela 2), os dados se ajustaram a equação quadrática. O ponto de máxima, que se refere ao momento de início de perda de qualidade, para Booster Pro[®]; CMZ Infinity[®] (dose recomendada pelo fabricante); Maxi Zinc[®]; Concentrate Fix[®]; Booster Pro[®] + CMZ Infinity[®]; Booster Infinity[®] e CMZ Infinity[®] (três vezes a dose recomendada) que se refere à T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6 e T7 respectivamente ocorreu aos 41, 35, 27, 16, 28, 5, 14 e 69 dias, respectivamente. O tratamento CMZ Infinity[®] (T7) onde foi aplicado três vezes a dose recomendada pelo fabricante deve ser destacado, pois manteve por mais tempo que os demais tratamentos a porcentagem de plântulas normais.

A porcentagem de plântulas normais observadas na última contagem do teste de germinação apresentou o mesmo comportamento que o relatado para a primeira contagem e dessa forma os dados não foram apresentados.

Para a porcentagem de plântulas anormais (Tabela 2), ao 0 dia de tratamento e armazenamento, a testemunha se sobressaiu em relação aos demais tratamentos, evidenciando efeito benéfico dos tratamentos. Aos 30 e 60 dias não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos e, aos 90 dias nenhum tratamento diferiu da testemunha. Dessa forma, pode-se constatar que nenhum tratamento teve efeito fitotóxico nas sementes durante o armazenamento, pois se o mesmo tivesse ocorrido, seria observado maior número de plântula anormais, reflexo de danos na semente. Para o fator tempo de armazenamento T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6, e T7 novamente se ajustaram a equações quadráticas e apresentaram o ponto de maior quantidade de plântulas anormais aos 57, 43, 5, 31, 33, 32, 27 e 22 dias, respectivamente.

Marschner (1995) trabalhando com sementes de milho tratadas com o fertilizante biostimulante Stimulate[®] apresentando em sua formulação concentrações dos micronutrientes zinco e molibdênio constatou que ocorreu uma redução no vigor das

sementes quando comparadas à testemunha, determinado através do índice de velocidade de emergência. Segundo o mesmo, estes micronutrientes em excesso, podem causar efeito fitotóxico nas sementes prejudicando a sua germinação. O óxido de zinco, presente nos produtos testados, não apresentou esse efeito fitotóxico, não ocasionando danos nas sementes.

Tabela 2- Plântulas normais (%) na primeira contagem e anormais (%) do teste de germinação de sementes de soja armazenadas com tratamentos a base de óxido de zinco, nutrientes e bioestimulantes.

Primeira contagem (%)							
Tratamentos	Tempo de armazenamento após tratamento (dias)					Equação	R ²
	0	30	60	90			
T0	92,5 b	98,5	96,5	90,0 ab	$y = -0,0035x^2 + 0,2808x + 92,675$	0,98	
T1	96,5 ab	99,0	97,0	94,5 a	$y = -0,0014x^2 + 0,0983x + 96,700$	0,92	
T2	97,5 a	98,5	97,0	92,5 ab	$y = -0,0015x^2 + 0,0825x + 97,475$	0,99	
T3	99,0 a	99,0	97,5	94,0 a	$y = -0,001x^2 + 0,0325x + 98,975$	0,99	
T4	96,0 ab	98,5	95,0	88,0 b	$y = -0,0026x^2 + 0,1458x + 96,125$	0,99	
T5	98,5 a	98,5	94,5	91,5 ab	$y = -0,0008x^2 + 0,0083x + 98,75$	0,96	
T6	98,0 a	98,5	95,5	91,5 ab	$y = -0,0013x^2 + 0,0375x + 98,125$	0,99	
T7	98,5 a	98,0	94,5	93,0 a	$y = -0,0003x^2 - 0,0417x + 98,75$	0,94	
Análise de variância							
Fc Tempo (Tm)				57,73**			
Fc Tratamento (T)				3,91**			
Fc Tm x T				1,79*			
Plântulas anormais (%)							
Tratamentos	Tempo de armazenamento após tratamento (dias)					Equação	R ²
	0	30	60	90			
T0	7,5 a	0,5	3,0	2,0 ab	$y = 0,0017x^2 - 0,1967x + 6,85$	0,68	
T1	3,0b	0	1,0	3,0 ab	$y = 0,0014x^2 - 0,1217x + 2,85$	0,93	
T2	1,5 b	1,0	0,5	0,5 b	$y = 0,0001x^2 - 0,0242x + 1,525$	0,98	
T3	1,0 b	0	0,5	4,0 ab	$y = 0,0013x^2 - 0,0808x + 1,075$	0,98	
T4	2,5 b	0,5	2,0	5,0 ab	$y = 0,0014x^2 - 0,095x + 2,4$	0,98	
T5	1,0 b	0	0,5	3,0 a	$y = 0,001x^2 - 0,0658x + 1,025$	0,99	
T6	1,0 b	0,5	1,0	2,5 a	$y = 0,0006x^2 - 0,0333x + 1$	1	
T7	1,0 b	0,5	1,5	3 ab	$y = 0,0006x^2 - 0,0267x + 0,95$	0,98	
Análise de variância							
Fc Tempo (Tm)				16,75**			
Fc Tratamento (T)				4,25**			
Fc Tm x T				2,90**			

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fc: valor de F calculado; **: significativo a 1% de probabilidade; *: significativo a 5% de probabilidade. T0= testemunha; T1= Booster Pro; T2= CMZ Infinity (dose recomendada); T3= Maxi Zinc; T4= Concentrat Fix; T5= Booster Pro + CMZ Infinity; T6= Booster Infinity; T7= CMZ Infinity (três vezes a dose recomendada).

Para os dados do comprimento da parte aérea (Tabela 3), com relação a verificação da eficiência dos tratamentos, dentro de cada período, constatou-se que nenhum tratamento foi eficiente em aumentar o crescimento da parte aérea em comparação com a testemunha. Resultados semelhantes foram observados para o comprimento radicular (Tabela 3). De acordo com Malavolta (2006), o zinco é requerido em pequenas quantidades, apresentando uma estreita faixa entre o efeito benéfico e a toxicidade, fato esse que pode explicar a ineficiência dos tratamentos T1, T2, T5, T6 e T7 em promover o crescimento das plântulas de soja. Considerando-se o efeito dos tratamentos durante o período de armazenamento, novamente houve ajuste ao modelo quadrático e os tratamentos T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6, e T7 apresentaram decréscimo dos valores de parte aérea a partir dos 31, 39, 46, 28, 57, 48, 237 e 51 dias de armazenamento, respectivamente. Para a parte radicular esses decréscimos ocorreram a partir dos 42, 51, 42, 45, 47, 51, 60 e 58 dias, respectivamente.

Os dados da massa seca de plântula (Tabela 3), aos 0 e 30 dias observa-se que nenhum tratamento foi superior à testemunha quanto ao acúmulo de massa seca por



plântula. No entanto, aos 60 dias os tratamentos T1, T2 e T3 foram superiores à testemunha. Já aos 90 dias apenas o T4 foi superior a testemunha.

A análise do crescimento de plântulas pode ser mensurada por meio de duas grandezas físicas, o comprimento e a massa seca. A determinação do comprimento médio das plântulas normais é realizada, tendo em vista que as amostras que expressam os maiores valores são mais vigorosas e isso decorre da maior translocação das reservas dos tecidos de armazenamento para o crescimento do eixo embrionário (KRZYŻANOWSKI et al., 2020).

Tabela 3- Comprimento da parte aérea (cm), da parte radicular (cm) e massa seca (mg . plântula⁻¹), de sementes de soja armazenadas com tratamentos a base de óxido de zinco, nutrientes e bioestimulantes.

Comprimento de parte aérea (cm)						
Tratamentos	Tempo de armazenamento após tratamento (dias)					
	0	30	60	90	Equação	R ²
T0	8,9 a	10,9 a	8,5 ab	7,7 ab	$y = -0,0008x^2 + 0,05x + 9,2$	0,67
T1	6,6 bc	7,9 bc	7,8 ab	5,5 bc	$y = -0,001x^2 + 0,0787x + 6,56$	0,99
T2	6,1 c	8,1 bc	7,3 ab	6,3 ab	$y = -0,0008x^2 + 0,0743x + 6,28$	0,86
T3	9,1 a	9,4 ab	9,2 a	7,1 ab	$y = -0,0007x^2 + 0,0393x + 9,03$	0,97
T4	3,2 d	3,9 d	4,3 c	4,0 c	$y = -0,0003x^2 + 0,0343x + 3,18$	0,98
T5	8,8 ab	6,4 c	6,6 b	8,3 a	$y = 0,0011x^2 - 0,1068x + 8,745$	0,98
T6	9,9 a	10,1 ab	6,8 b	7,5 ab	$y = 0,0001x^2 - 0,0475x + 10,275$	0,66
T7	8,5 ab	7,1 c	6,8 b	7,4 ab	$y = 0,0006x^2 - 0,062x + 8,49$	0,99
Análise de variância						
Fc Tempo (Tm)				9,09**		
Fc Tratamento (T)				39,47**		
Fc Tm x T				4,17**		
Comprimento da parte radicular (cm)						
Tratamentos	Tempo de armazenamento após tratamento (dias)					
	0	30	60	90	Equação	R ²
T0	11,7 a	11,0 ab	14,0 a	9,9 ab	$y = -0,0009x^2 + 0,077x + 11,16$	0,35
T1	10,5 ab	12,5 a	13,7 a	11,9 a	$y = -0,0011x^2 + 0,113x + 10,39$	0,95
T2	11,4 a	12,0 ab	12,4 ab	11,0 a	$y = -0,0007x^2 + 0,0599x + 10,978$	0,94
T3	9,1ab	12,4 a	12,1ab	9,8 ab	$y = -0,0016x^2 + 0,146x + 9,18$	0,98
T4	4,7 c	8,0 c	9,3 c	5,4 c	$y = -0,002x^2 + 0,1913x + 4,54$	0,96
T5	9,8 ab	9,6 ab	11,9 abc	9,4 bc	$y = -0,0006x^2 + 0,0612x + 9,435$	0,34
T6	10,1 ab	11,0 ab	12,5 ab	11,1 a	$y = -0,0006x^2 + 0,0725x + 9,925$	0,79
T7	8,3 b	7,5 c	10,1bc	7,7 bc	$y = -0,0004x^2 + 0,0427x + 7,88$	0,16
Análise de variância						
Fc Tempo (Tm)				34,81**		
Fc Tratamento (T)				34,9**		
Fc Tm x T				1,80*		
Massa seca (mg . plântula ⁻¹)						
Tratamentos	Tempo de armazenamento após tratamento (dias)					
	0	30	60	90	Equação	R ²
T0	26,7 ab	46,9 abc	39,9 c	62,7 bc	$y = 0,0007x^2 + 0,2717x + 29,55$	0,75
T1	26,5 ab	59,4 a	55,9 ab	75,2 b	$y = -0,0038x^2 + 0,8153x + 29,46$	0,85
T2	39,0 a	53,0 ab	57,9 a	72,5 b	$y = 0,0002x^2 + 0,3363x + 39,94$	0,96
T3	33,3 a	52,2 ab	56,9 ab	69,9 b	$y = -0,0016x^2 + 0,5292x + 34,425$	0,96
T4	14,8 b	35,3 c	53,0 abc	101,4 a	$y = 0,0077x^2 + 0,2275x + 16,475$	0,98
T5	26,4 ab	41,5 bc	43,9 abc	52,0 c	$y = -0,0019x^2 + 0,029x + 27,32$	0,95
T6	31,9 a	44,5 abc	43,8 abc	70,6 b	$y = 0,0039x^2 + 0,0297x + 33,94$	0,89
T7	26,0 ab	38,5 bc	41,9 bc	74,7 b	$y = 0,0056x^2 - 0,0092x + 27,925$	0,94
Análise de variância						
Fc Tempo (Tm)				210,46**		
Fc Tratamento (T)				8,98**		
Fc Tm x T				6,77**		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fc: valor de F calculado; **: significativo a 1% de probabilidade; *: significativo a 5% de probabilidade. T0= testemunha; T1= Booster Pro; T2= CMZ Infinity (dose recomendada); T3= Maxi Zinc; T4= Concentrat Fix; T5= Booster Pro + CMZ Infinity; T6= Booster Infinity; T7= CMZ Infinity (três vezes a dose recomendada).



CONCLUSÃO

Os tratamentos foram eficientes em manter o vigor e a viabilidade das sementes desde que semeadas imediatamente, pois os produtos perderam eficiência durante o armazenamento;

Os tratamentos não apresentaram efeito fitotóxico durante o armazenamento das sementes; não foram eficientes em atrasar o processo de deterioração e; não apresentaram efeito sobre o crescimento de plântulas;

O tratamento que apresentou melhores resultados quando as sementes foram submetidas aos testes foi o CMZ Infinity® (T7), pois o mesmo manteve por mais tempo a porcentagem de plântulas normais nos testes de germinação.

Agradecimentos

Agradeço a Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelos recursos concedidos por meio da bolsa.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

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

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira, grãos, 11º levantamento safra 2022/23**. Brasília: AgroConab, v. 2, n. 3, 2022.

FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p.1039-42, 2011.

JUVINO, A. N. K. et al. Vigor da cultivar BMX Potência RR de soja durante o beneficiamento e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.844-850, 2014.

KRZYZANOWSKI, F.C. et al. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. (2 ed.). **Vigor de sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: Abrates, 2020. p.79-140.

MACULAN, J. F. et al. Componentes de rendimento de genótipos de soja em relação a forma de obtenção da semente. **Holos**, v. 7, p. 1-17, 2021.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. London: Academic Press, 1995, 889 p.

TAIZ, L. e ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5 ed. Sunderland: Sinauer Associates Inc., 2010. 782 p.