

Potencial fisiológico de sementes de soja submetidas ao tratamento industrial com bioestimulante antes e após armazenamento

Physiological potential of soybean seeds submitted to industrial treatment with biostimulant before and after storage

DOI:10.34117/bjdv7n4-461

Recebimento dos originais: 04/02/2021

Aceitação para publicação: 01/03/2021

Renata Cristiane Pereira

Doutoranda em Agronomia

Universidade Estadual de Maringá

Maringá – Paraná, Av. Colombo, 5790 - Bloco J45

E-mail: recristianepereira@gmail.com

Lucas Caiubi Pereira

Doutor em Agronomia

Universidade Estadual de Maringá

Maringá – Paraná, Av. Colombo, 5790 - Bloco J45

E-mail: lucasciubi@yahoo.com.br

Alessandro Lucca Braccini

Doutor em Agronomia

Universidade Estadual de Maringá

Maringá – Paraná, Av. Colombo, 5790 - Bloco J45

E-mail: albraccini@uem.br

Breno Gabriel da Silva

Doutorando em Estatística e Experimentação Agronômica

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo

Piracicaba - São Paulo, Av. Pádua Dias, 11 - Agronomia, 13418-900

E-mail: brenogsilva@usp.br

Murilo Fuentes Pelloso

Doutor

Universidade Estadual de Maringá

Maringá – Paraná, Av. Colombo, 5790 - Bloco J45

E-mail: murilo.pelloso@hotmail.com

Larissa Vinis Correia

Doutoranda em Agronomia

Universidade Estadual de Maringá

Maringá – Paraná, Av. Colombo, 5790 - Bloco J45

E-mail: larissa.vinis@gmail.com

Diego Eduardo Romero Gonzaga

Doutorando em Agronomia

Universidade Estadual de Maringá

Maringá – Paraná, Av. Colombo, 5790 - Bloco J45
E-mail: diegoerg@hotmail.com

Rayane Monique Sete da Cruz

Doutoranda em Agronomia
Universidade Estadual de Maringá
Maringá – Paraná, Av. Colombo, 5790 - Bloco J45
E-mail: rayanesete@hotmail.com

Carla Coppo

Mestranda em Agronomia
Universidade Estadual de Maringá
Maringá – Paraná, Av. Colombo, 5790 - Bloco J45
E-mail: engagrocarlacoppo@gmail.com

Nathália Maria Rizzo

Graduanda em Agronomia
Universidade Estadual de Maringá
Maringá – Paraná, Av. Colombo, 5790 - Bloco J45
E-mail: ra113451@uem.br

Yana Miranda Borges

Mestre em Bioestatística
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas
Manaus - Amazonas, Av. Sete de Setembro, 1975 - Centro, 69020-120
E-mail: borges.yana@gmail.com

RESUMO

O tratamento industrial de sementes (TSI) que visa a proteção da sementes afim de garantir o máximo potencial das sementes no campo. O presente trabalho avaliar o potencial fisiológico de sementes de soja em diferentes períodos de armazenamento, após a aplicação de caldas à base de misturas com micronutrientes e biorreguladores. Foram utilizados 2,5 kg de sementes da cultivar BMX Alvo RR. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições, 4 tratamentos e 6 períodos de armazenamento. Os tratamentos foram corresponderam a testemunha (T1), micronutriente + polímero + pó secante (T2), bioregulador + polímero + pó secante (T3) e micronutriente + bioregulador + polímero + pó secante (T4). Os períodos em que a sementes foram armazenadas corresponderam a: 0, 15, 30, 45, 60 e 90. As variáveis germinação, primeira contagem, envelhecimento acelerado, índice de velocidade de emergência, emergência final no substrato areia, comprimento da parte aérea, comprimento da raiz e comprimento total foram avaliadas em cada período de armazenamento. O potencial fisiológico de sementes de soja é afetado pelo número de produtos fitossanitários adicionados às caldas no TSI. O período de armazenamento associado ao elevado volume de calda reduziram a qualidade e vigor das sementes para todas a variáveis avaliadas.

Palavras-chave: Bioestimulante, germinação, *Glycine max* (L), volume de calda.

ABSTRACT

The Industrial Seed Treatment aims to protect the seeds in order to guarantee the maximum potential of the seeds in the field. The present study was evaluated the physiological potential of soybean seeds in different storage periods after the application of mixtures based on micronutrients and bioregulators. 2.5 kg of seeds of the cultivar BMX Alvo RR were used. The experiment was conducted in a completely randomized design with four replications, four treatments and six storage periods. The treatments were the control (T1), micronutrient + polymer + drying powder (T2), bioregulator + polymer + drying powder (T3) and micronutrient + bioregulator + polymer + drying powder (T4). The periods in which the seeds were stored corresponded to: 0, 15, 30, 45, 60 and 90 days. The variables first count of germination, accelerated aging, speed index of emergence, final emergence in sand, length of the aerial part, root length and total length were evaluated in each storage period. The physiological potential of soybean seeds is affected by the quantity of phytosanitary products added to the mixtures in the IST. The storage period associated with the high slurry volume reduced the quality and vigor of the seeds for all evaluated variables.

Keywords: Biostimulant, germination, *Glycine max* (L), slurry volume.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycinemax (L.) Merrill*) ocupa uma importante posição econômica no *setor agrícola mundial*. Estima-se que a produção brasileira para a safra 2020/2021 será de aproximadamente 338 milhões de toneladas de grãos (Conab, 2021). O tratamento químico de sementes tornou-se uma prática economicamente recomendada, visto que raramente a semeadura ocorre em condições ideais de umidade do solo, uma vez que as sementes permanecem por longos períodos expostos ao ataque de patógenos e condições adversas (Bays et al., 2007; Avelar et al., 2011; Conceição et al., 2014).

Afim de garantir o máximo potencial produtivo no campo, inúmeros produtos químicos são utilizados com a finalidade de promoverem o fornecimento de nutrientes, atuando diretamente na fisiologia, bem como na proteção de plântulas durante a germinação e emergência (Castro et al., 2008; Ludwig et al., 2011; De Moraes Dan et al., 2012; Binsfeld et al., 2014; Da Cruz et al., 2021). O uso dos micronutrientes Cobalto e Molibdênio tornaram-se frequentes no tratamento industrial de sementes (TSI), contribuindo para a formação de nódulos fixadores de nitrogênio, redução do nitrato e, conseqüentemente, translocação de nitrogênio pela planta, além de apresentam custo relativamente inferior se comparado a aplicações foliares ou via solo (Singh, 2007; Sfredo e Oliveira, 2010).

Associado a uma ampla variedade de produtos, os bioestimulantes desempenham importante função na fisiologia das plântulas, visto que propicia o aumento dos teores de óleo e proteínas, porém, seus resultados são mais pronunciados em condições climáticas adversas (Dourado Neto et al., 2004; Moterle et al., 2008; Albrecht et al., 2012). Além disso, com o intuito de reduzir o número de produtos aplicados em pré-semeadura, o TSI combina nutrientes minerais, microrganismos fixadores de nitrogênio e bioestimulantes em uma única formulação e aplicação via sementes (Menten e Moraes, 2010).

Inúmeros benefícios como o revestimento uniforme, alta aderência e precisão na dosagem de produtos como bioestimulantes, fertilizantes e inoculantes são promovidos pelo TSI. No entanto, o elevado volume de caldas associado a longos períodos de armazenamento resultam em possíveis efeitos deletérios sobre a qualidade e vigor das sementes (Suzukawa et al., 2019).

A hipótese estabelecida no presente estudo é que a gama de produtos químicos associados ao elevado volume de calda promove efeitos negativos sobre a qualidade das sementes, especialmente ao longo do armazenamento. Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o potencial fisiológico de sementes de soja em diferentes períodos de armazenamento, após a aplicação de caldas à base de misturas com micronutrientes e biorreguladores.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a instalação dos experimentos foram utilizados 2,5 kg de sementes da cultivar BMX Alvo RR. O tratamento das sementes foi realizado em um dispositivo contínuo de revestimento de sementes, posteriormente as sementes foram alocadas em sacos de papel kraft e mantidas em condições ambientais do laboratório a 25°C e umidade relativa de 65%. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições, 4 tratamentos e 6 períodos de armazenamento.

As sementes de soja foram submetidas a combinações conforme cada tratamento: micronutriente (M) (cobalto e molibdênio – CoMo Platinum®, dose: 200 mL 100 kg⁻¹ de sementes), biorregulador (B) (Cinetina, Ácido Giberélico e Ácido 4-Indol-3Ilbutírico - Stimulate®, dose: 500 mL 100 kg⁻¹ de sementes), Polímero (POL) (Disco Ag Green, dose: 100 mL 100 kg⁻¹ de sementes) e Pó secante (D) (Fluidus, dose: 150 g 100 kg⁻¹ de sementes). O pó secante foi adicionado ao volume de calda, o qual este produto tem a

característica de secar rapidamente e não interferir no volume da mistura. Todos os tratamentos estão detalhados na Tabela 1.

Em relação aos momentos dos tratamentos, avaliou-se o emprego dos mesmos como anterior e posterior ao armazenamento das sementes (Tabela 1). O momento denominado como anterior correspondeu as sementes tratadas no dia da instalação dos testes. Em relação ao momento posterior, as sementes foram tratadas e armazenadas antes da instalação dos testes de rotina e vigor das sementes. A avaliação do potencial fisiológico das sementes foi realizada em cada um dos períodos de armazenamento (0, 15, 30, 45, 60 e 90) (Tabela 1).

Tabela 1. Esquema detalhado dos tratamentos industriais de sementes de soja com seus respectivos períodos de armazenamento.

Tratamentos	Volume de calda (mL 100 kg ⁻¹)	Períodos de armazenamento (dias)	Momento do tratamento
T1 Sem tratamento	-		Anterior
T2 M+ POL+ S	400		
T3 B + POL+ S	700	0,15, 30, 45, 60 e 90	Posterior
T4 M + B + POL + S	900		

M = micronutriente; B = biorregulador; POL = polímero; S = pó secante.

Fonte: Os autores.

Após o tratamento das sementes, a qualidade fisiológica das sementes foi avaliada por meio dos seguintes testes: teste de germinação (De Sementes, 2009), teste primeira contagem da germinação (De Sementes, 2009), comprimento da parte aérea (Abati et al., 2014), comprimento da planta inteira (Abati et al., 2014), comprimento de raiz (Abati et al., 2014), índice de velocidade de emergência (Nakagawa, 1994), emergência final (Pereira, et al 2019), teste de envelhecimento acelerado (Marcos Filho 1999).

A hipótese de normalidade das variáveis foi verificada por meio do teste Shapiro-Wilk. Empregou-se a análise de regressão polinomial e o teste de Scott-Knott para identificar possíveis diferenças significativas no que se refere aos períodos de armazenamento e entre os tratamentos conjuntamente, respectivamente. Aplicou-se o teste F da análise de variância para identificar diferenças entre os tratamentos no que

respeito aos momentos de tratamento e período de armazenamento. Considerou-se em todos os testes o nível de significância de 5%. Os dados foram analisados no software R versão 4.0.2 (R Core Team, 2020).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na (Tabela 2), observa-se a germinação (TPG) em função do tratamento de sementes e momento de realização do armazenamento. No que tange ao tratamento industrial de sementes (TSI) realizado antes do armazenamento, o tratamento TSI2 diferiu e superou os demais, por sua vez, os tratamentos TSI1 e TSI3 não diferiram entre si, superando o TSI4.

Em relação ao armazenamento das sementes após o tratamento, observa-se na Tabela 2, que o TSI 2 e o TSI3 não diferiram entre si superando os demais. Em relação aos períodos de armazenamento, TSI4 difere dos demais em relação ao armazenamento (anterior). Ao passo que o período de armazenamento posterior o TSI4 difere de TSI2 e TSI3, no entanto não difere do TSI1.

Comparando os períodos de armazenamento posterior e anterior, somente TSI3 e TSI4 apresentaram diferenças significativas, em que o TPG é superior após o armazenamento. Resultados distintos foram relatados por Binsfeld et al., (2014) e Pereira et al., (2009), para estes autores o armazenamento de sementes acarreta na perda de qualidade e viabilidade das sementes, intensificando assim o processo de deterioração. Estes resultados concordam com Ciscon et al., (2021), que observaram perda do potencial fisiológico em sementes tratadas e armazenadas por 20 dias antes da semeadura. Embora o TSI seja uma tecnologia que exige antecipação, é prática da indústria de sementes realizar o tratamento com antecedência, porém, antes da comercialização as sementes permanecem tratadas por semanas ou meses (Dan et al., 2010; Strieder et al., 2014).

Tabela 2. Teste padrão de germinação (TPG) de sementes de soja em função do tratamento de sementes e momento de realização do armazenamento.

Momento do tratamento	Tratamento			
	TSI1	TSI2	TSI3	TSI4
Anterior	54,08 Ba	60,17 Aa	52,33 Bb	47,58 Cb
Posterior	54,08 Ba	60,42 Aa	59,33 Aa	55,67 Ba

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem entre si ($p \leq 0,05$), pelo teste F.

Fonte: Os autores.

Verifica-se na (Tabela 3), no que se refere às variáveis PC e IVE que houveram diferenças significativas entre os tratamentos antes e após o período de armazenamento, com exceção aos 0 dias (controle) para a variável PC. Tais resultados discordam de Segalin et al., (2013) que indicaram que volumes de calda inferiores a 1.400 mL. 100 kg⁻¹ não afetam o processo de germinação das sementes.

Tabela 3. Primeira contagem teste de germinação (PC) de sementes de soja em função do momento do tratamento desdobrando dentro dos períodos de armazenamento (PA) e dos tratamentos de sementes (TSI) empregados.

Armaz.	TSI (dias)	PC (%)				IVE			
		TSI1	TSI2	TSI3	TSI4	TSI1	TSI2	TSI3	TSI4
Antes	0	100,0 a	97,5 ab	95,0 bc	93,5 c	11,00 a	11,13 a	10,83 a	9,66 b
Após	0	100,0 a	98,0 a	99,5 a	97,5 a	11,00 a	10,85 a	11,53 a	9,57 b
Antes	15	98,0 a	95,5 a	90,0 b	85,5 c	8,83 b	9,00 ab	9,85 a	9,10 ab
Após	15	98,0 a	96,0 ab	96,5 ab	93,0 b	8,83 b	10,23 a	10,51 a	8,74 b
Antes	30	93,0 a	92,5 a	86,5 b	80,0 c	6,46 b	6,45 b	8,45 a	7,70 a
Após	30	93,0 ab	94,0 a	94,0 a	90,0 b	6,46 c	9,11 a	9,26 a	7,87 b
Antes	45	89,5 a	90,0 a	83,0 b	74,0 c	5,12 a	5,57 a	4,22 b	2,02 c
Após	45	89,5 a	91,0 a	91,0 a	85,5 b	5,12 b	7,11 a	8,09 a	7,49 a
Antes	60	86,5 a	86,0 a	76,5 b	62,5 c	3,83 a	2,48 b	2,31 b	0,06 c
Após	60	86,5 a	88,5 a	89,0 a	81,0 b	3,83 b	6,68 a	6,65 a	6,70 a
Antes	90	78,5 b	78,0 a	70,0 b	47,0 a	2,36 a	0,43 bc	1,30 b	00,0 c
Após	90	78,5 b	82,5 a	75,5 b	67,5 c	2,36 b	4,28 a	1,50 b	3,74 a
D.M.S. ¹		3,8312				3,8312			

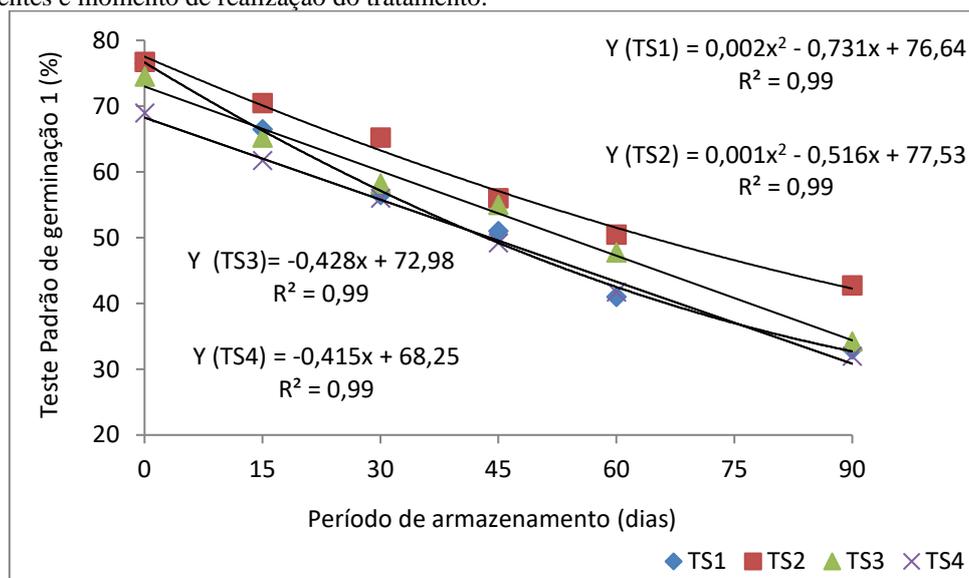
Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem entre si ($p \leq 0,05$), pelo teste F.

Fonte: Os autores.

Verifica-se na (Tabela 4), para a variável TPG, que houve diferenças significativas entre os tratamentos no que se refere aos períodos. Observa-se que quando comparada as médias dos tratamentos individuais em relação aos períodos houve diferenças significativas, em que o TSI1 apresentou-se superior aos demais aos 0 dias de armazenamento.

Considerando todo período experimental, observa-se diferenças significativas do TSI4 em relação aos demais tratamentos, indicando que o elevado volume de calda associado a longos períodos de armazenamentos proporcionam efeito nocivo sobre a qualidade fisiológica das sementes, sobretudo em sementes de baixo vigor (Brzezinski et al., 2017). Nestas condições, processos como deterioração da membrana, diminuição na taxa de transpiração, alterações na biossíntese de compostos e mobilização reservas são observados progressivamente, respectivamente (Delouche e Baskin 1973; Marcos-Filho, 2015). Na (Figura 1) estão os resultados do teste padrão de germinação (primeira contagem) para a interação entre os momentos do tratamento e tratamentos realizados (PA x TS):

Figura 1. Teste padrão de germinação (primeira contagem) de sementes de soja em função do tratamento de sementes e momento de realização do tratamento.



Fonte: Os autores.

Tabela 4. Comparações múltiplas para a variável TPG entre tratamentos e os períodos de armazenamento.

Tratamentos	Período de Armazenamento					
	0	15	30	45	60	90
	Médias (%)					
TSI1	100,00 Aa	98,00 Aa	93,00 Ba	89,50 Ca	86,50 Da	78,50 Ea
TSI2	97,75 Ab	95,75 Ab	93,25 Ba	90,50 Ba	87,25 Ca	79,50 Da
TSI3	97,25 Ab	93,25 Ab	90,25 Bb	87,00 Bb	82,72 Cb	72,75 Db
TSI4	95,50 Ac	89,25 Ac	85,00 Bc	79,75 Bc	71,75 Cc	54,75 Dc

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, minúscula na coluna e maiúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Fonte: Os autores.

Verifica-se na (Tabela 5), para a variável CPA, que a maioria dos tratamentos não diferiram entre si no que se refere aos períodos. Observa-se, ainda, que quando comparada as médias dos tratamentos individuais, em relação aos períodos, houveram diferenças significativas, em que o TSI3 se apresentou superior aos demais aos 0 dias de armazenamento. Para Werner e Schmülling, (2009), os fitohormônios presentes nos reguladores vegetais são capazes de atuar diretamente no meristema apical caulinar, uma vez que são essenciais para a manutenção de órgãos e tecidos aéreos auxiliando desta forma no crescimento e desenvolvimento das plântulas.

No que se refere ao armazenamento, o período correspondente a 15 dias com a aplicação de bioestimulante não culminou em efeitos nocivo sobre as sementes. Por outro lado, o armazenamento após 60 dias resultou em perda da qualidade fisiológica conforme observado na Tabela 3.

Tabela 5. Comparações múltiplas a variável CPA entre tratamentos e os períodos de armazenamento.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	0	15	30	45	60	90
	Médias (cm)					
TSI1	7,62 Ab	7,18 Bb	6,55 Ca	6,11 Da	5,85 Ea	4,70 Fa
TSI2	8,45 Aa	7,47 Bb	6,47 Ca	5,93 Db	5,61 Ea	5,08 Fa
TSI3	9,11 Aa	8,06 Ba	6,95 Ca	6,48 Da	5,82 Ea	5,01 Fa
TSI4	8,55 Aa	7,53 Bb	6,72 Ca	6,36 Da	5,63 Ea	4,60 Fb

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, minúscula na coluna e maiúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Fonte: Os autores

Verifica-se na (Tabela 6), que para a variável CPI houveram diferenças significativas entre os tratamentos, no que se refere aos períodos. Observa-se que quando comparada as médias dos tratamentos individuais, em relação aos períodos, ocorreram diferenças significativas, em que o TSI3 apresentou-se superior aos demais aos 0 dias de armazenamento, seguido de TSI2 que apresentou efeitos superiores nos demais períodos.

No decorrer do desenvolvimento das sementes observa-se uma alta atividade de citocinina oxidase no revestimento da semente. A atividade da citocinina, especialmente no início do desenvolvimento embrionário em que o conteúdo de citocinina aumenta e posteriormente diminui rapidamente, sendo assim, o enchimento e rendimento das sementes podem estar relacionados a manutenção de um nível alto de citocininas (Mok; Mok, 2001).

Segundo Pêgo et al., (2011), o comprimento de plântulas inteiras é inferior em plântulas oriundas de lotes menos vigorosos. Todavia, é importante destacar que além do baixo vigor, o elevado volume de calda em conjunto com longos períodos em que sementes tratadas permanecem armazenadas implicam na redução do potencial fisiológico das sementes (Abati et al., 2020).

Resultados observados por Binsfeld et al., (2014) apontam incremento no comprimento de raiz e comprimento da parte aérea em sementes tratadas com bioestimulantes, esses resultados por sua vez são decorrentes da indução da divisão celular (Sakakibara, 2006; Jameson e Song, 2020) e alongamento celular (Gelová et al, 2021) promovidos pelos fitohormônios citocinina e auxina, posto que, estes hormônios vegetais atuam no desenvolvimento de frutos e sementes.

Tabela 6. Comparações múltiplas para a variável CPI entre tratamentos e os períodos de armazenamento.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	0	15	30	45	60	90
	Médias (cm)					
TSI1	23,97 Ab	21,98 Bb	20,05 Ca	18,95 Db	15,85 Ec	13,22 Fb
TSI2	25,50 Aa	23,25 Ba	20,21 Ca	19,31 Ca	17,86 Da	15,27 Ea
TSI3	26,25 Aa	23,03 Ba	19,81 Ca	18,15 Cb	16,71 Db	14,13 Ea
TSI4	23,32 Ab	20,90 Bb	19,33 Cb	17,85 Dc	16,38 Eb	12,62 Fb

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, minúscula na coluna e maiúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Fonte: Os autores.

Verifica-se na (Tabela 7), para a variável CRZ, que houve diferenças significativas entre os tratamentos no que se refere aos períodos. Observa-se ainda que quando comparada as médias dos tratamentos individuais em relação aos períodos houve diferenças significativas, em que o TSI3 apresentou-se superior aos demais aos 0 dias de armazenamento. Neste cenário, o uso de reguladores vegetais a base de citocininas associados a demais produtos fitossanitários no TSI, atuam no início do desenvolvimento das sementes, durante este período os níveis de citocina são elevados, e fundamentais para a formação de vagem e desenvolvimento das sementes (Jameson; Song, 2016).

Nota-se, também que não houve diferenças significativas do TSI1 com o TSI3 após 30 dias. Em relação ao armazenamento das sementes, observa-se que para os períodos 0 15, 30, e 90 o TSI4 diferiu dos demais, indicando uma redução significativa quanto ao CRZ. Além do mais, aos 45 e 60 o TSI2 diferiu dos demais, indicando que CRZ foi menor nesses períodos.

Tabela 7. Comparações múltiplas para a variável CRZ entre tratamentos e os períodos de armazenamento.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	0	15	30	45	60	90
	Médias (cm)					
TSI1	16,51 Ac	15,12 Bb	13,77 Cb	11,95 Db	10,12 Eb	8,45 Fb
TSI2	17,33 Aa	15,92 Ba	14,17 Ca	13,31 Da	12,20 Ea	9,98 Fa
TSI3	17,40 Aa	14,93 Bb	13,40 Bb	11,65 Cb	10,43 Cb	8,55 Db
TSI4	15,80 Ab	13,50 Bc	12,57 Cc	11,53 Db	10,47 Eb	6,92 Fc

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entr esi, minúscula na coluna e maiúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Fonte: Os autores.

Os resultados observados na (Tabela 8), para a variável IVE, indicam que quando comparadas as médias dos tratamentos individuais em relação aos períodos houve diferenças significativas, em que o TSI3 apresentou-se superior aos demais aos 0 dias de armazenamento. Resultados semelhantes foram observados por Abati, et al., (2020), para estes autores o IVE é reduzido em sementes tratadas com maiores volumes de calda,

principalmente quando as mesmas são armazenadas por meses antes da semeadura. No que concerne ao armazenamento, em relação aos períodos 0 e 90, o TSI4 diferiu de todos os demais, ao passo que também diferiu de TSI2 e TSI3 aos períodos 15 45 e 60.

Tabela 8. Comparações múltiplas para a variável IVE entre tratamentos e os períodos de armazenamento.

Tratamentos	Período de Armazenamento					
	0	15	30	45	60	90
	Médias					
TSI1	11,00 Aa	8,83 Bb	6,46 Cc	5,12 Db	3,83 Eb	2,36 Fa
TSI2	10,98 Aa	9,61 Aa	7,78 Bb	6,64 Ba	4,58 Da	2,14 Da
TSI3	11,17 Aa	10,17 Aa	8,85 Ba	6,15 Ca	4,48 Da	1,39 Eb
TSI4	9,68 Ab	8,86 Ab	7,63 Ab	4,72 Bb	3,40 Bb	0,03 Cc

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, minúscula na coluna e maiúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Fonte: Os autores.

Verifica-se na (Tabela 9), para a variável EF, que houve diferenças significativas entre os tratamentos no que se refere aos períodos. Observa-se ainda que quando comparada as médias dos tratamentos individuais em relação aos períodos houve diferenças significativas, em que o TSI1 apresentou-se superior aos demais aos 0 dias de armazenamento.

No tocante aos períodos de 0, 45, e 90 o TSI4 diferiu de todos os outros tratamentos, porém, no que diz respeito aos períodos 0, 15, e 30 os tratamentos TSI2 TSI3 e TSI4 não expressaram diferenças significativas. Para Vanzolini e Carvalho (2002), lotes de sementes com qualidade inferior são responsáveis por comprometer o desenvolvimento inicial das plântulas, ocasionando a emergência reduzida no campo, uma vez que o baixo vigor das sementes reflete em falhas acentuadas no estande.

Tabela 9. Comparações múltiplas para a variável EF entre tratamentos e os períodos de armazenamento.

Tratamentos	Período de Armazenamento					
	0	15	30	45	60	90
	Médias (%)					
TSI1	100,00 Aa	93,00 Bb	82,00 Cb	59,00 Db	41,00 Eb	23,25 Fa
TSI2	99,50 Aa	96,00 Aa	87,50 Aa	79,00 Aa	55,50 Ba	12,50 Cb
TSI3	98,50 Aa	91,50 Ab	84,00 Ab	64,50 Bb	50,50 Ca	16,50 Db
TSI4	97,00 Ab	92,00 Ab	86,00 Aa	53,50 Bc	37,50 Bb	0,50 Cc

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, minúscula na coluna e maiúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Fonte: Os autores.

Verifica-se na (Tabela 10), para a variável EA, que houve diferenças significativas entre os tratamentos no que se refere aos períodos. Observa-se ainda que, quando comparada as médias dos tratamentos individuais em relação aos períodos houve

diferenças significativas, em que o TSI1 apresentou-se superior aos demais aos 0 dias de armazenamento. Ao considerar o período após 30, 45 e 60 dias observa-se que não houve diferenças significativas entre os tratamentos TSI1 e TSI2.

O vigor das sementes está relacionado a capacidade das mesmas sob condições de estresse e ampla diversidade ambiental, apresentar rápida e uniforme emergência de plântulas normais (Woodstock, 1976). Nestas circunstâncias, a capacidade de organização das membranas plasmáticas das células é superior e assegura a integridade à semente, respectivamente (Marcos Filho 2005).

A capacidade de mobilização de reservas, em sementes deterioradas apresentam limitações no processo de reorganização celular. Entretanto, sabe-se que essa característica é fundamental para manutenção da permeabilidade seletiva das membranas evitando, assim a exsudação excessiva de eletrólitos para o exterior das células (Marcos-Filho 2015; Marcos-Filho e França-Neto, 2017), nestas condições o armazenamento bem como o volume de calda potencializam os danos causados às sementes (Pereira et al., 2020; Pereira et al., 2021).

Tabela 10. Comparações múltiplas para a variável EA entre tratamentos e os períodos de armazenamento.

Tratamentos	Período de Armazenamento					
	0	15	30	45	60	90
	Médias (%)					
TSI1	79,50 Aa	54,00 Bb	45,00 Ca	35,00 Da	26,00 Ea	4,00 Fc
TSI2	69,25 Ab	60,75 Ba	47,75 Ca	37,50 Da	25,50 Ea	14,75 Fa
TSI3	67,75 Ab	51,75 Bb	39,25 Cb	29,50 Db	17,75 Eb	7,75 Fb
TSI4	56,50 Ac	43,75 Bc	29,50 Cc	17,25 Dc	10,00 Ec	4,00 Fc

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, minúscula na coluna e maiúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Fonte: Os autores.

Os resultados obtidos concordam com Zambon (2013), para estes autores a realização do tratamento das sementes antes da semeadura minimiza os efeitos fitotóxicos das caldas à germinação e estabelecimento de plântulas.

4 CONCLUSÕES

O potencial fisiológico de sementes de soja é afetado pelo número de produtos fitossanitários adicionados às caldas no TSI. O período de armazenamento associado ao elevado volume de calda para todas as variáveis intensificaram os danos ocasionados às sementes, de maneira a qualidade e vigor das sementes foram reduzidos.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão da bolsa de apoio e subsídio.

REFERÊNCIAS

- ABATI, Julia et al. Tratamento com fungicidas e inseticidas na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de trigo. *Journal of Seed Science*, v. 36, n. 4, p. 392-398, 2014.
- ABATI, Julia et al. Physiological response of soybean seeds to spray volumes of industrial chemical treatment and storage in different environments. *Journal of Seed Science*, v. 42, 2020.
- ALBRECHT, Leandro Paiola et al. Biorregulador na composição química e na produtividade de grãos de soja. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 4, p. 774-782, 2012.
- AVELAR, Suemar Alexandre Gonçalves et al. Armazenamento de sementes de soja tratadas com fungicida, inseticida e micronutriente e recobertas com polímeros líquido e em pó. *Ciência Rural*, v. 41, n. 10, p. 1719-1725, 2011.
- BAYS, Rodrigo et al. Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e polímero. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 29, n. 2, p. 60-67, 2007.
- BINSFELD, José Adolfo et al. Uso de bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 44, n. 1, p. 88-94, 2014.
- BRZEZINSKI, Cristian Rafael et al. Spray volumes in the industrial treatment on the physiological quality of soybean seeds with different levels of vigor. *Journal of Seed Science*, v. 39, n. 2, p. 174-181, 2017.
- CASTRO, Gustavo Spadotti Amaral et al. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, n. 10, p. 1311-1318, 2008.
- CISCON, Gabriel Perez et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max*) submetidas a diferentes inseticidas em tratamento de sementes e períodos de armazenamento. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 3, p. 20870-20880, 2021.
- CONAB. Companhia Nacional de abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira-safra 2020/21, 6º levantamento.
- CONCEIÇÃO, Gerusa Massuquini et al. Desempenho de plântulas e produtividade de soja submetida a diferentes tratamentos químicos nas sementes. *Bioscience Journal*, v. 30, n. 6, 2014.
- DA CRUZ, Rayane Monique Sete et al. Atividade alelopática do óleo de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf) na qualidade das sementes de tomate. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 3, p. e24710313266-e24710313266, 2021.
- DAN, Lilian Gomes de Moraes et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, n. 2, p. 131-139, 2010.

DELOUCHE, James C.; BASKIN, CHARLES C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. 2016.

DE MORAES DAN, Lilian Gomes et al. Tratamento de sementes com inseticida e a qualidade fisiológica de sementes de soja. Revista Caatinga, v. 25, n. 1, p. 45-51, 2012.

DE SEMENTES, Análise Sanitária. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, v. 200, 2009.

DOURADO NETO, D. et al. Aplicação e influência do fitorregulador no crescimento das plantas de milho. Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, v. 11, n. 1, p. 1-9, 2004.

GELOVÁ, Zuzana et al. Developmental roles of Auxin Binding Protein 1 in Arabidopsis thaliana. Plant Science, v. 303, p. 110750, 2021.

JAMESON, Paula Elizabeth; SONG, Jiancheng. Cytokinin: a key driver of seed yield. Journal of Experimental Botany, v. 67, n. 3, p. 593-606, 2016.

JAMESON, Paula E.; SONG, Jiancheng. Will cytokinins underpin the second 'Green Revolution'? Journal of Experimental Botany, v. 71, n. 22, p. 6872-6875, 2020.

LUDWIG, Marcos Paulo et al. Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. Revista Brasileira de Sementes, v. 33, n. 3, p. 395-406, 2011.

MARCOS FILHO, Júlio. Teste de envelhecimento acelerado. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, v. 1, p. 1-24, 1999.

MARCOS FILHO, JULIO MARCOS FILHO. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Fealq, 2005.

MARCOS FILHO, JULIO MARCOS FILHO. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Fealq, 2015.

MARCOS-FILHO, J.; FRANÇA-NETO, J. B. Vigor de sementes: um componente de qualidade em permanente evolução. Seed News, v. 21, n. 5, p. 42-49, 2017.

MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios. Informativo Abrates, v. 20, n. 3, p. 52-53, 2010.

MOK, D.W; MOK, M.C. Metabolismo e ação da citocinina. Revisão anual da biologia vegetal, 52 (1), 89-118, 2001.

MOTERLE, Lia Mara et al. Efeito da aplicação de biorregulador no desempenho agrônômico e produtividade da soja. Acta Scientiarum. Agronomy, v. 30, p. 701-709, 2008.

NAKAGAWA, João. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, v. 1, p. 49-85, 1994.

PÊGO, Rogério Gomes; NUNES, Ubirajara Russi; MASSAD, Marília Dutra. Qualidade fisiológica de sementes e desempenho de plantas de rúcula no campo. *Ciência Rural*, v. 41, n. 8, p. 1341-1346, 2011.

PEREIRA, Carlos Eduardo et al. Tratamento fungicida de sementes de soja inoculadas com *Colletotrichum truncatum*. *Ciência Rural*, v. 39, n. 9, p. 2390-2395, 2009.

PEREIRA, Lucas Caiubi et al. Correlation between physiological tests and field emergence in treated corn seeds. *Plant, Soil and Environment*, v. 65, n. 12, p. 569-573, 2019.

PEREIRA, Renata Cristiane et al. Physiological quality of soybean seeds treated with imidacloprid before and after storage. *Plant, Soil and Environment*, v. 66, n. 10, p. 513-518, 2020.

PEREIRA, Renata Cristiane et al. Physiological quality of soybean seeds stored after industrial treatments with different chemicals. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 2, p. e6310212279-e6310212279, 2021.

SAKAKIBARA, Hitoshi. Cytokinins: activity, biosynthesis, and translocation. *Annu. Rev. Plant Biol.*, v. 57, p. 431-449, 2006.

SEGALIN, Samantha Rigo et al. Physiological quality of soybean seeds treated with different spray volumes. *Journal of Seed Science*, v. 35, n. 4, p. 501-509, 2013.

SFREDO, Gedi Jorge; DE OLIVEIRA, Maria Cristina Neves. Soja: molibdênio e cobalto. *Embrapa Soja-Docmentos (INFOTECA-E)*, 2010.

SINGH, M. V. Efficiency of seed treatment for ameliorating zinc deficiency in crops. *Zinc crops*, p. 24-26, 2007.

STRIEDER, Gilberto et al. Estudo técnico e de cenários econômicos para implantação de uma unidade de tratamento industrial de sementes de soja e trigo. *Informativo Abrates*, v. 24, n. 3, p. 118-123, 2014.

SUZUKAWA, Andréia K. et al. Slurry composition and physiological quality of treated soybean seeds over storage. *Journal of Agricultural Science*, v. 11, n. 1, 2019.

TEAM, R. Core et al. *R: A language and environment for statistical computing*. 2020.

VANZOLINI, Silvelena; CARVALHO, Nelson Moreira. Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho em campo. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 24, n. 1, p. 33-41, 2002.

WERNER, Tomáš; SCHMÜLLING, Thomas. Cytokinin action in plant development. *Current opinion in plant biology*, v. 12, n. 5, p. 527-538, 2009.

WOODSTOCK, L. W. *Seed vigour testing handbook*. Association of Official Seed Analysts of America (AOSA). *News Letter*, v. 50, p. 1078, 1976.

ZAMBON, S. Aspectos importantes do tratamento de sementes. *Informativo Abrates*, v. 23, n. 2, p. 26, 2013.