

## QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM INSETICIDAS, FUNGICIDAS E FERTILIZANTE

Thaisa Cavalieri Matera<sup>1\*</sup>, Lucas Caiubi Pereira<sup>1</sup>, Alessandro Lucca Braccini<sup>2</sup>, Samara Cavalli Piana<sup>1</sup>, Andreia Kazumi Suzukawa<sup>1</sup>, Glaucia Cristina Ferri<sup>1</sup>, Renata Cristiane Pereira<sup>1</sup>, Larissa Vinis Correia<sup>1</sup>

SAP 19454 Data envio: 04/05/2018 Data do aceite: 02/07/2018  
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 17, n. 2, abr./jun., p. 236-243, 2018

**RESUMO** - Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a influência da adição de um fertilizante polinutriente contendo elementos bioestimulantes ao tratamento industrial e verificar o seu efeito no potencial fisiológico de sementes de soja, em dois períodos de armazenamento. Para isso, o ensaio foi conduzido adotando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com arranjo dos tratamentos em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelos tratamentos industriais de sementes e, na subparcela foram alocados os períodos de armazenamento (0 e 45 dias). A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada por meio dos seguintes testes: teste padrão de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, índice de velocidade de emergência em areia, emergência final em substrato de areia, biomassa seca de plântula e comprimento de plântulas. Nas condições estudadas, o armazenamento das sementes por 45 dias proporcionou redução no vigor e na germinação, sobretudo para as sementes não tratadas (T1). Somente a combinação dos produtos contidos nos tratamentos T5 (tecnologia II + fertilizante), T6 (tecnologia III), T7 (tecnologia III + fertilizante) e T9 (tecnologia IV + fertilizante) não comprometeram o potencial de comercialização das sementes após 45 dias de armazenamento. Imediatamente após o tratamento ou decorridos 45 dias de armazenamento, a adição de fertilizante de ação bioestimulante aos padrões comerciais de tratamento industrial assegurou resultados de qualidade fisiológica superiores àqueles observados nos tratamentos conduzidos sem este produto, com destaque positivo para o tratamento T7 (tecnologia III + fertilizante).

**Palavras-chave:** *Glycine max*, tratamento industrial, armazenamento, vigor.

### *PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SOYBEAN SEEDS TREATED WITH INSECTICIDES, FUNGICIDES AND FERTILIZER*

**ABSTRACT** - The objective of the present work was to evaluate the influence of the addition of a polinutrient fertilizer containing biostimulant elements in the industrial treatment on the physiological quality of soybean seeds, in two storage periods. The experiment was conducted using a completely randomized experimental layout, with treatments settled in subdivided plots and with four replications. While the plots were constituted by the industrial treatments, the storage periods (0 and 45 days) were allocated in the subplot. The seeds physiological quality was evaluated by employing the following tests: germination test, first count of germination, accelerated aging, speed of emergence-index, seedling emergence in sand substrate, seedling dry biomass and seedling length. Under the conditions tested, the seed storage period of 45 days provided reduction in vigour and germination, particularly in the untreated seeds (T1). Only the combinations of the treatments T5 (technology II + fertilizer), T6 (technology III), T7 (technology III + fertilizer) and T9 (technology IV + fertilizer) did not compromise the seed marketing potential after 45 days of storage. Immediately after seed treatment or after 45 days of storage, the addition of fertilizer of biostimulant action in the standard commercial industrial treatment guaranteed results of physiological quality higher than those observed in treatments conducted without this product, with a positive highlight for treatment T7 (technology III + fertilizer).

**Key words:** *Glycine max*, industrial treatment, storage, vigour.

### INTRODUÇÃO

Além da ação biocida sobre patógenos de solo e pragas, o tratamento de sementes é uma técnica rentável, que por meio do controle ou da não disseminação de patógenos transmitidos pelas sementes, proporciona uma adequada emergência de plântulas em campo (PEREIRA et al., 2007; HENNING et al., 2010). Um avanço desta técnica é o tratamento industrial de sementes (TIS),

operação realizada em escala industrial, capaz de garantir adequada precisão nas doses, na cobertura e na aderência dos produtos aplicados, possibilitando, inclusive, o uso de produtos como bioestimulantes, fertilizantes e inoculantes (MENTEN; MORAES, 2010).

Para a cultura da soja, estima-se que mais de 95% da área semeada no país utilize sementes quimicamente tratadas (HENNING et al., 2010), de maneira que 66%

<sup>1</sup>Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Av. Colombo, 5790 - Zona 7, CEP 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. E-mail: [thaisamatera@hotmail.com](mailto:thaisamatera@hotmail.com). \*Autora para correspondência.

<sup>2</sup>Professor, Doutor em Fitotecnia, Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Av. Colombo, 5790 - Zona 7, CEP 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. E-mail: [albraccini@uol.com.br](mailto:albraccini@uol.com.br).

deste volume foi tratado na indústria (FRANÇA NETO et al., 2015). Imediatamente após o recobrimento das sementes, a aplicação de caldas à base de misturas de fungicidas, inseticidas, inoculantes e biorreguladores têm demonstrado

resultados satisfatórios na qualidade fisiológica das sementes e no rendimento da cultura da soja (ZILLI et al., 2010; ALMEIDA et al., 2014). Comportamento semelhante é apontado quando complexos nutricionais polinutrientes são adicionados ao tratamento químico (BINSFELD et al., 2014).

Neste cenário, no intuito de se reduzir o número de produtos aplicados em pré-semeadura, a indústria do agronegócio da soja tem buscado obter produtos que combinam nutrientes minerais, microrganismos fixadores de nitrogênio e bioestimulantes para compor uma única formulação, que torne possível a sua utilização via sementes. No entanto, visto que o emprego do TIS é uma tecnologia que exige antecipação (MENTEN; MORAES, 2010), é prática da indústria de sementes realizar o tratamento com, no máximo, trinta dias de antecedência do início da semeadura.

Entretanto, devido ao elevado volume de sementes a ser beneficiado, tal prática é por vezes inviável, o que pode maximizar os possíveis efeitos deletérios das caldas sobre a germinação e o vigor das sementes. Desta forma, há a necessidade de estudos focados em compreender o desempenho fisiológico de sementes de soja quando novos produtos são adicionados às caldas de tratamento de sementes, sobretudo porque, frequentemente, os lotes obtidos não são prontamente comercializados.

A hipótese estabelecida é a de que princípios ativos antifúngicos e inseticidas associados ao emprego de fertilizante, via tratamento industrial, afeta a qualidade

fisiológica das sementes, de maneira a acentuar os efeitos deletérios da deterioração ao longo do armazenamento. Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a influência da adição de um fertilizante biológico-mineral ao tratamento industrial sobre o potencial fisiológico de sementes de soja, imediatamente após o recobrimento, bem como após 45 dias de armazenamento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Maringá (UEM), em Maringá, Paraná. As avaliações da qualidade fisiológica das sementes foram conduzidas no Laboratório de Tecnologia de Sementes do Núcleo de Pesquisa Aplicado à Agricultura, pertencente ao Centro Ciências Agrárias da UEM.

O ensaio foi conduzido adotando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com arranjo dos tratamentos em parcelas subdivididas, com quatro repetições analíticas. Na parcela, foram alocadas as combinações dos tratamentos industriais de sementes (TIS) e, na subparcela, os períodos de armazenamento (0 e 45 dias).

Foram utilizadas sementes de soja da cultivar NA 5909 RG (Nidera Sementes). O tratamento industrial de sementes foi realizado em unidade industrial parceira do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade. Os tratamentos consistiram na combinação entre dois períodos de armazenamento (0 e 45 dias) e quatro pacotes comerciais de tratamento industrial de sementes (ou tecnologias), nos quais se adicionou uma formulação de fertilizante de natureza biológico-mineral de ação bioestimulante (Tabela 1). Ao fim do tratamento, as sementes foram acondicionadas em sacos de papel Kraft em condições normais de ambiente de laboratório, simulando o armazenamento convencional.

**TABELA 1** - Esquema detalhado dos tratamentos industriais de sementes de soja (ou tecnologias), com seus respectivos volumes de calda e períodos de armazenamento.

Tratamentos	Descrição	Volumes de calda (mL 100 kg <sup>-1</sup> )	Períodos de armazenamento (dias)
T1	Testemunha (não tratada)	--	
T2	Tecnologia I	900	
T3	Tecnologia I + fertilizante	1100	
T4	Tecnologia II	400	
T5	Tecnologia II + fertilizante	600	0 e 45
T6	Tecnologia III	750	
T7	Tecnologia III + fertilizante	950	
T8	Tecnologia IV	343,75	
T9	Tecnologia IV + fertilizante	543,75	

O esquema ilustrando os tratamentos industriais de sementes empregados, com as suas respectivas combinações, está apresentado na Tabela 1. Os tratamentos (ou tecnologias) são descritos como tecnologia I: combinação entre o fungicida à base de carbendazim

150 g L<sup>-1</sup> + thiram 350 g L<sup>-1</sup> (Derosal Plus<sup>®</sup>, dose: 200 mL 100 kg<sup>-1</sup> de sementes) + inseticida imidacloprido 150 g L<sup>-1</sup> + tiodicarbe 450 g L<sup>-1</sup> (Cropstar<sup>®</sup>, dose: 500 mL 100 kg<sup>-1</sup> de sementes) + polímero (Peridiam 306, dose: 200 mL 100 kg<sup>-1</sup> de sementes) + pó secante (Sepiret

PF, dose: 170 g 100 kg<sup>-1</sup> de sementes). Tecnologia II: combinação entre fungicida/inseticida à base de piraclostrobina 25 g L<sup>-1</sup> + tiofanato metílico 225 g L<sup>-1</sup> + fipronil 250 g L<sup>-1</sup> (Standak Top<sup>®</sup>, dose: 200 mL 100 kg<sup>-1</sup> de sementes) + polímero (Florite Green<sup>®</sup>, dose: 200 mL 100 kg<sup>-1</sup> de sementes) + pó secante (Sepiret PF, dose: 200 g 100 kg<sup>-1</sup> de sementes). Tecnologia III: combinação entre fungicida à base de tiofanato-metílico 350 g L<sup>-1</sup> + fluazinam 52,5 g L<sup>-1</sup> (Certeza<sup>®</sup>, dose: 200 mL 100 kg<sup>-1</sup> de sementes) + o inseticida bifentrina 135 g L<sup>-1</sup> + imidacloprido 165 g L<sup>-1</sup> (Rocks<sup>®</sup>, dose: 350 mL 100 kg<sup>-1</sup> de sementes) + polímero (Peridiam 306, dose: 200 mL 100 kg<sup>-1</sup> de sementes) + pó secante (Sepiret PF, dose: 200 g 100 kg<sup>-1</sup> de sementes). Tecnologia IV: combinação entre fungicida à base de metalaxil-m 10 g L<sup>-1</sup> + fludioxonil 25 g L<sup>-1</sup> (Maxim XL<sup>®</sup>, dose: 62,5 mL 100 kg<sup>-1</sup> de sementes) + inseticida thiamethoxam 350 g L<sup>-1</sup> (Cruiser 350 FS<sup>®</sup>, dose: 156,25 mL 100 kg<sup>-1</sup> de sementes) + polímero (Florite Green<sup>®</sup>, dose: 125 mL 100 kg<sup>-1</sup> de sementes) + pó secante (Sepiret PF, dose: 200 g 100 kg<sup>-1</sup> de sementes).

O fertilizante era composto por N (4%), P (12%), K (2,5%), Ca (2,5%), S (1,7%), B (1,6%), Co (0,5%), Mo (2,5%) e Zn (0,7%) + aminoácidos (D = 1,44 g cm<sup>3</sup>), como a metionina, triptofano, ácido glutâmico, alanina, arginina, prolina, fenilalanina, lisina, ácido aspártico, glicina e valina. Como inoculante utilizou-se o *Bradyrhizobium* spp. (5 x 10<sup>9</sup> de células viáveis mL<sup>-1</sup>).

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada, em cada um dos dois períodos de armazenamento, por meio do teste de germinação, primeira contagem da germinação, teste de envelhecimento acelerado, emergência final em substrato de areia, índice de velocidade de emergência, comprimento de plântula e biomassa seca de plântulas.

O teste de germinação foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes, para cada tratamento e repetição analítica. As sementes foram colocadas para germinar entre três folhas de papel germitest, e umedecidas com água destilada utilizando-se a proporção de 2,5 vezes o peso do substrato seco. Foram confeccionados rolos, os quais foram levados para germinar em germinador do tipo Mangelsdorf, regulado para manter a temperatura constante de 25±1°C. A porcentagem de plântulas normais foi avaliada no oitavo dia, após o início do teste, segundo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

A primeira contagem da germinação foi efetuada em conjunto com o procedimento anterior, utilizando-se a mesma metodologia, considerando-se somente as plântulas normais obtidas no quinto dia após o início do teste (BRASIL, 2009). ÉL de suma importância definir o tamanho de plântula normal; portanto, foram consideradas plântulas normais as que apresentaram a raiz principal e parte aérea maior que 3 cm e presença de, no mínimo, 2 raízes seminais. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

O teste de envelhecimento acelerado foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes por tratamento e repetição, sendo estas dispostas sobre tela de aço inox, inserida no interior de caixas plásticas (tipo gerbox), contendo 40 mL de água destilada (KRZYŻANOWSKI et al., 2014). Posteriormente, as caixas foram levadas a uma câmara jaquetada de água (modelo 3015, marca VWR/USA), regulada a 41±1°C por 24 h (MARCOS FILHO, 1999). Após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente. A avaliação foi realizada no quinto dia após a semeadura, computando-se as plântulas consideradas normais. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Os testes de emergência final em substrato de areia e do índice de velocidade de emergência foram conduzidos com quatro subamostras de 50 sementes para cada tratamento e repetição. A areia utilizada foi previamente lavada e colocada em bandejas plásticas. Os testes foram realizados em condições de casa de vegetação e a umidade mantida com irrigações moderadas. Para a emergência final, as plântulas normais emergidas foram contadas aos 15 dias após a semeadura, de acordo com Nakagawa (1999), ao passo que para o índice de velocidade, foram realizadas anotações diárias do número de plântulas normais emergidas, ou seja, acima da superfície do solo, até os 15 dias após a semeadura (NAKAGAWA, 1999), obtendo-se, por fim, o índice proposto em Maguire (1962).

Para o comprimento de plântula, cinco subamostras de 20 sementes por tratamento e repetição foram distribuídas em rolos de papel-toalha umedecidos com água destilada na proporção de 3 por 1 (mL de água destilada por massa do papel seco em gramas) e mantidos em um germinador a 25°C, por sete dias (NAKAGAWA, 1999). O comprimento total das plântulas consideradas normais (BRASIL, 2009) foi determinado ao final do sétimo dia, com o auxílio de régua milimetrada. Enquanto que biomassa seca das plântulas foi avaliada utilizando-se a mesma metodologia descrita anteriormente, entretanto, descartando-se os cotilédones. Em seguida, as plântulas foram levadas para secar em uma estufa com circulação forçada de ar a 80°C, até peso constante. A biomassa seca das plântulas foi obtida por meio de pesagem em uma balança analítica com precisão de 0,001 g (NAKAGAWA, 1999).

As variáveis que caracterizaram a qualidade fisiológica das sementes foram submetidas à análise de variância (p < 0,05), utilizando-se o sistema para análise estatística Sisvar 5.0 (FERREIRA, 2011). Dentro de um mesmo período de armazenamento, a comparação entre as médias foi realizada submetendo-as ao teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. Na comparação entre os períodos de armazenamento, com apenas um grau de liberdade, o teste F foi conclusivo, a 5% de probabilidade de erro (BANZATTO; KRONKA, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas para todas as variáveis analisadas, tanto no que diz respeito ao tratamento industrial de sementes, como na interação deste com os períodos de armazenamento a 5% de probabilidade. Observa-se, na Tabela 2, que todos os tratamentos proporcionaram efeitos benéficos no desempenho das sementes, em relação à testemunha não tratada (T1), independentemente da variável resposta e dos períodos de armazenamento. Relato similar é apontado por Brzezinski et al. (2017), que comparando lotes de diferentes níveis de vigor, concluíram que, em sementes de baixo a médio vigor inicial quando submetidas ao tratamento químico apresentaram desempenho superior em testes de qualidade fisiológica.

A este respeito, Vieira et al. (2002) apontam que sementes de alto vigor têm maior capacidade de suportar os distúrbios causados durante o processo de embebição, pois reorganizam seus componentes celulares de maneira a manter intacta a integridade das membranas, fator apontado por Brzezinski et al. (2017) como decisivo na expressão do vigor. Por outro lado, sementes de soja cujas membranas estejam deterioradas (baixo a médio vigor) absorvem água mais rapidamente (SILVA; VILLELA, 2011), o que reduz a capacidade de resposta dos mecanismos celulares de reparo (MARCOS FILHO, 2015).

Imediatamente após o beneficiamento, com exceção da testemunha não tratada (T1), por meio do teste de germinação, todos os tratamentos apresentaram-se aptos para comercialização uma vez que as médias de plântulas normais (Tabela 2) se encontram acima do padrão mínimo de 80%, estabelecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2005), como garantia mínima para a comercialização de sementes de soja no país. No entanto, aos 45 dias de armazenamento (Tabela 2), somente a combinação dos produtos do tratamento T5 (tecnologia II + fertilizante), T6 (tecnologia III), T7 (tecnologia III + fertilizante) e T9 (tecnologia IV + fertilizante) não comprometeram a qualidade fisiológica das sementes, atendendo os padrões mínimos para sua comercialização.

Tais resultados sugerem que, além de proporcionarem cobertura uniforme e maior adesão dos ingredientes ativos às sementes, os polímeros (líquido e pó-secante) empregados nas tecnologias podem ter formado uma barreira física inicial ao fluxo de água, que, no caso deste estudo, pode ter contribuído para a redução da velocidade de absorção, minimizando, desta forma os danos por embebição aos quais lotes de vigor baixo e intermediário estão suscetíveis (EVANGELISTA et al., 2007; KAVAK; ESER, 2009).

Comparando-se entre si a média dos dois tratamentos que compõem cada tecnologia (Tabela 1), nota-se uma tendência dos tratamentos contendo o fertilizante de proporcionarem resultados estatisticamente superiores àqueles de seus respectivos padrões comerciais de TIS (Tabela 2), independente da tecnologia utilizada. A este respeito, destacaram-se positivamente os tratamentos T5 (tecnologia II + fertilizante) e T9 (tecnologia IV +

fertilizante), que se mantiveram aptos para comercialização aos 45 dias, diferentemente dos seus homólogos T4 (tecnologia II) e T8 (tecnologia IV), que não continham o fertilizante na calda.

De maneira semelhante ao discutido no teste de germinação, para a variável primeira contagem o tratamento T7 (tecnologia III + fertilizante) manteve-se no grupo de resultados superiores, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott. Observa-se, todavia, que novamente todos tratamentos, incluindo, portanto, o controle (T1), apresentaram pronunciada redução na média de plântulas normais, no segundo período de armazenamento.

Neste sentido, Bewley et al. (2013) relatam que a perda da viabilidade das sementes ao longo do armazenamento é inevitável, pois, com o envelhecimento, as sementes perdem a habilidade de germinar e formar plântulas normais. Marcos Filho (2015) resume, ainda, que ao longo do armazenamento a deterioração das sementes decorre dos radicais livres produzidos, como resultado da peroxidação de lipídeos durante o envelhecimento, os quais reagem com os lipídeos das membranas, acarretando distúrbios a esta estrutura.

Neste contexto, corroborando com os resultados obtidos por Ludwig et al. (2011) e Binsfeld et al. (2014), a adição do fertilizante às caldas comerciais proporcionou desempenho fisiológico, em geral, superior àqueles obtidos nos tratamentos sem este produto. Exceção a esta regra foi a tecnologia I que, aos 45 dias de armazenamento apresentou valores estatisticamente equivalentes para os tratamentos T2 (sem fertilizante) e T3 (com fertilizante).

Não se pode, no entanto, creditar aos elementos minerais do fertilizante a responsabilidade pelo efeito positivo no desempenho das sementes de soja, uma vez que, durante a emergência, os cotilédones são os principais responsáveis pela nutrição da plântula (MARCOS FILHO, 2015). Por outro lado, os aminoácidos constituintes da formulação são capazes de atuar como substâncias ativadoras do metabolismo vegetal, de maneira a favorecer a germinação (LUDWIG et al., 2011). Como exemplo, podemos citar o triptofano, precursor da auxina ácido-indol-acético e importante hormônio de crescimento das plantas, bem como o aminoácido glutâmico, que desempenha papel fundamental na eficiência do metabolismo do nitrogênio e da glicina, substância precursora da síntese de clorofila (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Neste cenário, todavia, Castro e Boaretto (2001), estudando os efeitos da aplicação foliar de metionina sobre o feijoeiro, concluíram que, apesar do aminoácido ter aumentado os parâmetros biométricos iniciais da cultura, ele não proporcionou efeito relevante na produtividade da cultura. Não é raro, portanto, encontrar trabalhos que demonstrem a ausência de ação positiva da aplicação de aminoácidos em plantas cultivadas, pois, em aplicação exógena, tais compostos atuam como elementos antiestresse, de maneira a aumentar a tolerância vegetal a estresses bióticos e abióticos (CASTRO; CARVALHO, 2014). Logo, em condições onde o ambiente é favorável, os efeitos de elementos estimulantes ou tônicos, como os

aminoácidos, podem não ser facilmente identificados (CASTRO et al., 2008). Adiciona-se a isto, o fato de que a resposta a um dado elemento estimulante não depende somente da sua estrutura química, mas, também, de como

ele é reconhecido pelo tecido alvo (RAVEN et al., 2007), indicando, portanto, que comportamentos distintos entre os cultivares e sobretudo entre espécies podem ocorrer.

**TABELA 2** - Primeira contagem (PC), contagem final do teste de germinação (G), envelhecimento acelerado (EA24), emergência final em substrato de areia (EM), índice de velocidade de emergência (IVE), biomassa seca de plântula (BIO) e comprimento de plântula (CPL) do lote de sementes da cultivar NA 5909 RG, em resposta aos tratamentos industriais, com e sem fertilizante, aos zero e 45 dias após o tratamento.

Tratamentos	PC (%)		G (%)		EA (%)	
	0 dias	45 dias	0 dias	0 dias	0 dias	45 dias
T1	61,0 Ea*	39,5 Eb	77,0 Ea	65,5 Gb	34,5 Ea	26,0 Fb
T2	66,5 Da	50,5 Db	81,5 Da	69,0 Fb	36,5 Ea	30,0 Eb
T3	78,5 Ba	53,5 Db	88,5 Ba	73,5 Eb	51,0 Da	34,5 Db
T4	73,5 Ca	58,5 Cb	84,5 Ca	78,0 Db	51,0 Da	41,5 Cb
T5	81,5 Ba	71,5 Bb	90,5 Ba	85,0 Bb	59,0 Ba	51,5 Ab
T6	69,0 Ca	59,5 Cb	86,0 Ca	80,0 Cb	53,5 Ca	46,5 Bb
T7	91,0 Aa	86,5 Ab	95,0 Aa	92,0 Ab	63,0 Aa	55,0 Ab
T8	70,5 Ca	56,0 Cb	84,5 Ca	77,0 Db	48,0 Da	37,0 Db
T9	80,0 Ba	65,5 Cb	89,0 Ba	81,0 Cb	55,5 Ca	44,5 Bb
Médias	74,6	60,11	86,27	77,88	50,22	40,72
CV (%)	5,62	5,00	2,49	2,23	6,23	2,80
Tratamentos	EM (%)		IVE		BIO (g)	
	0 dias	45 dias	0 dias	45 dias	0 dias	45 dias
T1	94,5 Ba	26,0 Eb	8,00 Ga	3,81 Fb	0,0278 Da	0,0053 H b
T2	99,5 Aa	44,0 Db	12,27 Fa	4,76 Fb	0,0290 D a	0,0100 Gb
T3	100,0 Aa	73,0 Cb	12,65 Ea	6,68 Eb	0,0354 Ba	0,0149 Fb
T4	99,5 Aa	93,0 Ab	13,72 Ca	10,53 Cb	0,0356 Ba	0,0217 Cb
T5	100,0 Aa	98,5 Aa	14,33 Aa	12,09 Bb	0,0389 Aa	0,0245 Bb
T6	100,0 Aa	98,0 Aa	14,22 Ba	11,52 Bb	0,0388 Aa	0,0237 Bb
T7	100,0 Aa	100,0 Aa	14,54 Aa	14,41 Aa	0,0404 Aa	0,0273 Ab
T8	100,0 Aa	83,5 Bb	13,37 Da	9,53 Db	0,0321 Ca	0,0169 Eb
T9	100,0 Aa	95,5 Ab	14,07 Ba	10,81 Cb	0,0376 Ba	0,0187 Db
Médias	99,22	79,05	13,01	9,34	0,03505	0,0181
CV (%)	1,01	9,20	1,36	8,28	3,52	5,81
Tratamentos	CPL (mm)					
	0 dias	45 dias				
T1	26,36 Fa	14,55 Gb				
T2	28,33 Fa	20,06 Fb				
T3	30,93 Da	23,05 Eb				
T4	31,37 Da	26,90 Db				
T5	35,47 Ba	31,08 Ab				
T6	34,71 Ba	29,21 Bb				
T7	38,65 Aa	33,27 Ab				
T8	29,57 Ea	24,10 Eb				
T9	33,42 Ca	27,86 Cb				
Médias	32,08	25,56				
CV (%)	2,26	4,58				

\*Letras maiúsculas iguais não diferem entre si na coluna e letras minúsculas iguais não diferem entre si na linha pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

Em relação ao teste de envelhecimento acelerado, Marcos Filho (2015) registra que, por meio da exposição das sementes a condições de elevada temperatura e umidade relativa, o teste constitui um indicativo da taxa de deterioração do lote. Desse modo, lotes de alto vigor

mantêm elevada viabilidade após serem submetidos ao estresse, enquanto que os de baixo vigor terão sua viabilidade reduzida. Neste contexto, dentre os quatro padrões comerciais testados (T2, T4, T6 e T8), a tecnologia I (T2) foi a que proporcionou a maior redução

no percentual médio de plântulas normais nesse teste, independentemente do período de armazenamento.

Desempenho análogo foi observado para as variáveis germinação e primeira contagem. Todavia, tão-somente no teste de envelhecimento acelerado, o tratamento T2 (tecnologia I) igualou-se a testemunha não tratada (T1), constituindo com este, o grupo de maior efeito prejudicial sobre qualidade das sementes. Novamente, a exemplo de outras variáveis, resultados superiores de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado foram obtidos quando o fertilizante foi adicionado aos padrões comerciais de TIS, com destaque positivo para o tratamento T7 (tecnologia III + fertilizante), que se sobressaiu sobre os demais.

No primeiro período de armazenamento, a testemunha não tratada (T1) apresentou desempenho inferior no teste de emergência e no índice de velocidade de emergência (Tabela 2). Nota-se, entretanto, que neste mesmo período, os resultados de emergência pouco acrescentaram para a separação dos tratamentos em diferentes classes de vigor. Esses resultados contrastam com os de Marcos Filho et al. (2009) e Krzyzanowski et al. (2014), que observaram maior flutuação no teste de emergência em lotes de vigor intermediário; por outro lado, com a queda do vigor proporcionada pelo armazenamento de 45 dias, o referido teste contribuiu para a separação dos lotes em diferentes potenciais fisiológicos.

Com exceção da testemunha não tratada (T1) e da tecnologia I (T2 e T3), observou-se uma nítida tendência de resultados inferiores no potencial germinativo, obtidos no teste de germinação (condições ambientais ideais), comparativamente àqueles encontrados no teste de emergência em areia (condições ambientais não ideais). Baseado nos resultados de Taylor e Salanenka (2012), este comportamento é devido ao fato de que os testes, em que o papel é o substrato, propiciarem uma elevada concentração de ingredientes ativos próximos às sementes, o que não ocorre quando a semeadura é realizada em areia ou em condições de campo, situações que permitem uma maior diluição dos produtos, de maneira a reduzir a sensibilidade das sementes aos ingredientes da calda.

Comparativamente ao tratamento controle (T1), tanto para a variável emergência em areia, quanto para o índice de velocidade de emergência, verificou-se que todos os TIS proporcionaram efeitos benéficos no vigor das sementes, sobretudo o tratamento T7. Imediatamente após o beneficiamento, o índice de velocidade de emergência foi capaz de capturar o efeito deletério proporcionado pela tecnologia I, ao passo que no teste de emergência, somente aos 45 dias este efeito pode ser observado.

Combinados, os resultados do índice de velocidade (em ambos os períodos) e os de emergência em areia (aos 45 dias de armazenamento) confirmam a capacidade do fertilizante biológico-mineral polinutriente contendo aminoácidos de promover efeito benéfico sobre os parâmetros de qualidade fisiológica das sementes, comparativamente aos seus homólogos, os padrões comerciais TIS.

Para as variáveis biomassa seca e comprimento de plântula, a aplicação do fertilizante via TIS possibilitou a obtenção de sementes, em geral, mais vigorosas, com destaque superior para o tratamento T7 (tecnologia III + fertilizante). De maneira complementar ao teste de envelhecimento acelerado, os testes de biomassa seca e comprimento plântulas permitiram distinguir, com segurança, os efeitos das caldas comerciais sobre as sementes, resultando em níveis distintos de vigor, sendo a tecnologia III (T6 e T7) superior a tecnologia I (T2 e T3) e, esta última, inferior às tecnologias II (T4 e T5) e IV (T8 e T9), que apresentaram resultados intermediários, independentemente do período de armazenamento.

Ao longo do armazenamento, reduções na biomassa acumulada ou no comprimento de plântulas são, em geral, atribuídas à menor velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos inerentes a deterioração das sementes (MARCOS FILHO, 2015). No entanto, elevadas concentrações de ingredientes ativos no papel de germinação potencializam a expressão da natureza fitotóxica desses elementos, dificultando a hidrólise e mobilização das reservas, etapas indispensáveis ao sucesso da germinação (BEWLEY et al., 2013). Neste contexto, as variáveis biomassa e comprimento de plântulas foram coerentes com os demais testes, em demonstrar efeito prejudicial da tecnologia I sobre o potencial fisiológico das sementes, sobretudo quando esta não está associada ao emprego do fertilizante (T3).

Os resultados obtidos no presente trabalho corroboram com àqueles de Dan et al. (2010) e Dan et al. (2011), os quais verificaram que um elevado volume de calda contendo imidacloprido (presente na tecnologia I) apresentou efeitos adversos no potencial fisiológico das sementes de soja, sobretudo no decorrer do armazenamento.

## CONCLUSÕES

Nas condições estudadas, o armazenamento das sementes por 45 dias proporcionou redução no vigor e na germinação, sobretudo para as sementes não tratadas (T1). Somente a combinação dos produtos contidos nos tratamentos T5, T6, T7 e T9 não comprometeram o potencial de comercialização das sementes após 45 dias de armazenamento.

Imediatamente após o tratamento ou decorridos 45 dias de armazenamento, a adição de fertilizante de ação bioestimulante aos padrões comerciais de tratamento industrial assegurou resultados de qualidade fisiológica superiores àqueles observados nos tratamentos conduzidos sem este produto, com destaque positivo para o T7.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.S.; CASTELLANOS, C.I.S.; DEUNER, C.; BORGES, C.T.; MENEGHELLO, G.E. Efeitos de inseticidas, fungicidas e biorreguladores na qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v.89, n.3, p.172-182, 2014.

- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. Teste de significância. In: BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2008. p.23-52.
- BEWLEY, J.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3ed. New York: Springer, 2013. 392p.
- BINSFELD, J.A.; BARBIERI, A.P.P.; HUTH, C.; CABRERA, I.C.; HENNING, L.M.M. Uso de bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia - UFG, v.44, n.1, p.88-94, 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n.25 de 2005**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 18p., 2005.
- BRASIL. 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. 395p.
- BRZEZINSKI, R.C.; ABATI, J.; HENNING, F.A.; HENNING, A.A.; FRANÇA-NETO, J.B.; ZUCARELI, C. Volumes de calda no tratamento industrial sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja com diferentes níveis de vigor. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.39, n.2, p.174-181, 2017.
- CASTRO, A.M.C.; BOARETTO, A.E. Adubação foliar do feijoeiro com nutrientes, vitamina B1 e metionina. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.2, n.1, p.117-122, 2001.
- CASTRO, C.S.A.; BOGIANI, J.C.; SILVA, M.G.; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C.A. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.10, p.1311-1318, 2008.
- CASTRO, P.R.; CARVALHO, M.E.A. **Aminoácidos e suas aplicações na agricultura**. Série Produtor Rural. Piracicaba: Universidade de São Paulo - USP, 2014. 57p.
- EVANGELISTA, J.R.E.; OLIVEIRA, J.A.; BOTELHO, F.J.E.; OLIVEIRA, R.M.E.; PEREIRA, C.E. Desempenho de sementes de soja peliculizadas em solo com diferentes teores de água. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.4, p.994-999, 2007.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, F.A.; LORINI, I. Adoção do tratamento industrial de sementes de soja no Brasil, safra 2014/15. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 7., Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2015.
- HENNING, A.A.; FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; LORINI, I. **Importância do tratamento de sementes de soja com fungicidas na safra 2010/2011, ano de "La Niña"**. Londrina, Circular Técnica 82 - Embrapa Soja, 2010. 7p.
- KAVAK, S.; ESER, B. Influence of polymer coatings on water uptake and germination of onion (*Allium cepa* L. cv. Aki) seeds before and after storage. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.121, p.7-11. 2009.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; HENNING, F.A.; FRANÇA-NETO, J.B.; LORINI, I. Influência do volume de calda e da combinação de produtos usados no tratamento da semente de soja sobre o seu desempenho fisiológico. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 34., p.222-225. Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa, 2014.
- LUDWIG, M.P.; LUCCA FILHO, O.A.; BAUDET, L.; DUTRA, L.M.C.; AVELAR, S.A.G.; CRIZEL, R.L. Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.33, n.3, p.395-406, 2011.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap.3, p.1-24.
- MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A.L.P.; LIMA, L.B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.1, p.102-112, 2009.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660p.
- MENTEN, J.O.; MORAES, M.H.D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.20, n.3, p.52-71, 2010.
- NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas**. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap.2, p.1-24.
- PEREIRA, C.E.; OLIVEIRA, J.A.; EVANGELISTA, J.R.E.; BOTELHO, F.J.E.; OLIVEIRA, G.E.; TRENTINI, P. Desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas durante o armazenamento. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.3, p.656-665, 2007.
- RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 856p.
- SILVA, K.R.G.; VILLELA, F.A. Pré-hidratação e avaliação do potencial fisiológico de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.33, n.2, p.331-345, 2011.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.
- TAYLOR, A.G.; SALANENKA, Y.A. Seed treatments: phytotoxicity amelioration and tracer uptake. **Seed Science Research**, Cambridge, v.22, n.1, p.86-90, 2012.

Qualidade fisiológica...

MATERA, T. C. et al. (2018)

VIEIRA, R.D.; PENARIOL, A.L.; PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.9, p.1333-1338, 2002.

ZILLI, J.E.; CAMPO, R.J.; HUNGRIA, M. Eficácia da inoculação de *Bradyrhizobium* em pré-semeadura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.3, p.335-338, 2010.