

Efeito da adição de biorregulador ao tratamento industrial sobre a qualidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) aos sessenta dias de armazenamento convencional

Effect of the bioregulator addition to industrial treatment on the quality of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) seeds at sixty days of conventional storage

Lucas Caiubi Pereira*, Mayara Mariana Garcia, Alessandro Lucca Braccini, Samara Cavali Piana, Gláucia Cristina Ferri, Thaisa Cavalieri Matera, Pedro Henrique Felber e Danilo Cesar Volpato Marteli

* Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, 87020-900, Maringá-PR, Brasil. Autor correspondente: lucascaiubi@yahoo.com.br

DOI: <http://dx.doi.org/10.23850/24220582.347>

Recibido: 14.08.2016 Aceptado: 23.10.2016

Resumo

O tratamento industrial de sementes (TIS) é uma prática consolidada na agricultura, assegurando boa cobertura das sementes com defensivos, micronutrientes, pós-secantes e polímeros. Entretanto, são escassos os trabalhos em relação à manutenção da qualidade fisiológica das sementes, quando estas são tratadas com reguladores vegetais, particularmente no decorrer do armazenamento. Neste contexto, o objetivo no trabalho foi de avaliar o efeito da adição de biorregulador sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja aos 60 dias de armazenamento convencional. O ensaio foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. Foram realizados os testes de germinação (primeira e última contagens), envelhecimento acelerado, comprimento de plântula (parte aérea, raiz primária e total), índice de velocidade de emergência em areia, porcentagem final de emergência das plântulas em substrato de areia e biomassa seca de plântula. Embora a análise de amostras no tempo zero de armazenamento propiciaria maior clareza na interpretação dos dados, observou-se que ainda que os TIS testados possam promover decréscimo no potencial fisiológico da soja, todos os tratamentos ultrapassaram o padrão mínimo de germinação (80%), indicando que os lotes estavam aptos para comercialização no período de até 60 dias de armazenamento convencional, independentemente da adição do biorregulador.

Palavras-chave: Germinação, qualidade fisiológica, regulador de crescimento, vigor.

Abstract

Industrial seed treatment (TIS) is a well-established practice in agriculture as it ensures good seed coverage with pesticides, micronutrients, post-drying and polymers. However, there are few studies on maintaining the physiological quality of seeds when treated with plant growth regulators, particularly during conventional storage. In this context, the aim of this research was to evaluate the effect of the addition of bioregulators on the physiological quality of soybean seeds after 60 days of conventional storage. For this, an experiment was carried out in a completely randomized design with eleven treatments and four replicates. The tests carried out were germination (first and last counts), accelerated aging, seedling length (shoot, rootlet and total length), emergence velocity index in sand, final emergence percentage in sand substrate and dry biomass of the seedlings. Although the zero storage time analysis should provide better interpretation of the data, it was observed that although TIS could promote a decrease in physiological potential in soybean, all treatments exceeded the minimum germination pattern (80%), indicating that the lots were suitable for marketing in the period of up to 60 days of storage, independent of the addition of bioregulators.

Key words: Germination, growth regulator, physiological quality, vigor.

INTRODUÇÃO

A realização do tratamento químico de sementes pode evitar a ressemeadura da cultura por reduzir a ação de pragas e patógenos, além de ser uma tecnologia de pequeno impacto ambiental e de proporcionar condições mais favoráveis ao crescimento e desenvolvimento das plantas no campo. Diversos produtos, tais como micronutrientes, biorreguladores, inseticidas, fungicidas, inoculantes, pós-secantes e polímeros podem fazer parte do tratamento, transformando a semente em um veículo de transferência de tecnologias (Castro *et al.*, 2008, Avelar *et al.*, 2011).

Para obtenção de alto rendimento, o uso de biorreguladores é prática agrícola consolidada na cultura da soja, seja em pulverização foliar entre os estádios V5 e V6 ou via tratamento de sementes na propriedade (Alleoni *et al.*, 2000; Embrapa, 2012; Moterle *et al.*, 2011;). Reguladores de crescimento ou biorreguladores são compostos que em pequenas quantidades, promovem, inibem ou modificam, de alguma forma, processos morfológicos e fisiológicos do vegetal (Vieira & Castro, 2001). Quando aplicados nas sementes ou nas folhas podem interferir em processos como a germinação, o enraizamento, a floração, a granação e a senescência das plantas (Castro *et al.*, 2008).

Um progresso na tecnologia de sementes é conhecido como tratamento industrial de sementes (TIS), no qual são utilizados equipamentos especiais, que asseguram uma dose adequada e uniforme na cobertura das sementes, permitindo o comércio de sementes com elevado padrão de qualidade (Bays *et al.* 2007). Estima-se que mais de 95% do volume de sementes de soja produzido na safra nacional de 2014/2015 foi submetido ao tratamento com defensivos seja na indústria e/ou no campo, sendo que o TIS representou mais de 66% do volume daquela safra (França-Neto *et al.*, 2015). Fato que consolida o TIS como uma alternativa plausível para a aplicação de biorreguladores, otimizando as doses aplicadas e eliminando mais uma etapa a campo e no manejo da cultura.

Embora a legislação brasileira exija um padrão mínimo de germinação para as sementes de soja de 80% ao longo de seis meses (Brasil, 2009), é prática comum na agroindústria de sementes da cultura realizar o TIS com no máximo 60 dias de antecedência do início da semeadura no intuito de minimizar os possíveis efeitos deletérios das caldas utilizadas (Zambon, 2013; Strieder *et al.*, 2014;). Por este motivo, pesquisar a influência desses produtos aplicados às sementes durante o tratamento, particularmente no ambiente de armazenamento, possibilitará garantir a comercialização das sementes de soja com alta qualidade fisiológica.

Neste contexto, o objetivo no presente ensaio foi de avaliar a influência das diversas combinações de TIS disponíveis no noroeste do estado do Paraná associadas à adição de biorregulador à base de cinetina, ácido 4-indol-3-ilbutírico e ácido giberélico sobre o potencial fisiológico de sementes de soja, aos 60 dias de armazenamento convencional.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Maringá (UEM), em Maringá - Paraná, Brasil. Os tratamentos e as avaliações da qualidade fisiológica foram conduzidos no Laboratório de Tecnologia de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da UEM. O ensaio foi conduzido adotando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado.

Utilizando-se um mesmo lote de sementes da cultivar BMX Potência RR, os tratamentos foram compostos pelas combinações de fungicida, inseticida, nematicida, polímero, pós-secante e biorreguladores em formulações comerciais, conforme detalhado na Tabela 1. Após tratadas, as sementes foram acondicionadas em saco de papel kraft e em seguida foram armazenadas no laboratório de sementes sob condições ambientais.

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada por meio dos seguintes testes:

Teste de germinação: foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes, para cada tratamento, seguindo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

Primeira contagem da germinação: foi efetuada em conjunto com o procedimento anterior, utilizando-se a mesma metodologia, porém considerando somente as plântulas normais obtidas no quinto dia após o início do teste (Brasil, 2009).

Teste de envelhecimento acelerado: foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes por tratamento (Krzyzanowski *et al.*, 1991). Posteriormente, as caixas foram levadas a uma câmara de envelhecimento acelerado (câmara jaquetada modelo 3015 marca VWR) a 41°C por 48 horas. Após este período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme anteriormente descrito ante. A avaliação, no entanto, foi realizada no quinto dia após a semeadura, computando-se as plântulas consideradas normais. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Tabela 1. Esquema detalhado de tratamento industrial de sementes com biorregulador

Tratamentos	Tecnologia TSI	Produtos comerciais e doses utilizadas para cada 100 k de sementes	Volume de calda (mL.100k ⁻¹)
T1	---	Semente não tratada	-
T2	Tecnologia I	Fungicida/Inseticida (200 mL) + polímero ¹ (200 mL) + pós-secante ¹ (150g) + micronutriente (200 mL)	600
T3		Fungicida/Inseticida (200 mL) + polímero ¹ (200 mL) + pós-secante ¹ (150g) + micronutriente (200 mL 100 kg) + biorregulador (500 mL)	1100
T4	Tecnologia II	Fungicida ¹ (200 mL) + inseticida ¹ (500 mL) + polímero ² (200 mL) + micronutriente (200 mL) + pós-secante ² (450 g)	1100
T5		Fungicida ¹ (200 mL) + inseticida ¹ (500 mL) + polímero ² (200 mL) + micronutriente (200 mL) + pós-secante ² (450 g) + biorregulador (500 mL)	1600
T6	Tecnologia III	Fungicida ¹ (200 mL) + Inseticida ¹ (700 mL) + polímero ² (200 mL) + micronutriente (200 mL) + pós-secante ² (450 g)	1300
T7		Fungicida ¹ (200 mL) + inseticida ¹ (500 mL) + polímero ² (200 mL) + micronutriente (200 mL) + pós-secante ² (450 g) + biorregulador (500 mL)	1800
T8	Tecnologia IV	Fungicida ¹ (200 mL) + inseticida ² (200 mL) + polímero ² (200 mL) + micronutriente (200 mL) + pós-secante ² (450 g)	800
T9		Fungicida ² (200 mL) + inseticida ² (200 mL) + polímero ² (200 mL) + micronutriente (200 mL) + pós-secante ² (450 g) + biorregulador (500 mL)	1300
T10	Tecnologia V	Fungicida ² (100 mL) + inseticida ³ (200 mL) + Polímero ¹ (100 mL) + pós-secante ¹ (150g) + nematicida/inseticida (100 mL) + micronutriente (200mL)	700
T11		Fungicida ² (100 mL) + inseticida ³ (200 mL) + Polímero ¹ (100 mL) + pós-secante ¹ (400g) + Nematicida/inseticida (100mL) + Micronutriente (200mL) + biorregulador (500 mL)	1200

Biorregulador: cinetina (0.09 gL⁻¹) + ácido 4-indol-3-ilbutírico (0.05 gL⁻¹) + ácido giberélico (0.05 gL⁻¹)

Fungicida/inseticida: piraclostrobina (25 gL⁻¹) + tiofanato etílico (225 gL⁻¹) + fipronil (250 gL⁻¹)

Fungicida¹: carbendazim (500 g/L)

Fungicida²: metalaxil-M (20 gL⁻¹) + tiabendazol (150 gL⁻¹) + fludioxonil (25 gL⁻¹)

Inseticida¹: imidacloprido (150 gL⁻¹) + tiodicarbe (450 gL⁻¹)

Inseticida²: clorantiranilprole (625 gL⁻¹)

Inseticida³: tiametoxam (350 gL⁻¹)

Micronutriente: formulação líquida a base de cobalto 3% + molibdênio 2%

Nematicida/inseticida: abamectina (500 gL⁻¹)

Polímero¹: polímero líquido verde

Polímero²: polímero líquido azul

Pós-secante¹: polímero em pó branco

Pós-secante²: polímero em pó azul

Comprimento de plântula: nesta avaliação o substrato foi preparado da mesma maneira descrita no teste de germinação. Foram utilizadas quatro subamostras de 20 sementes para cada tratamento. As sementes foram colocadas sobre duas folhas de papel toalha do tipo “germitest”, previamente umedecidas com água destilada, cobrindo-as com outra folha. Em seguida, foram confeccionados rolos, os quais foram levados para germinador regulado à temperatura de 25±2°C, onde permaneceram por cinco dias. Os comprimentos de raiz primária e da parte aérea das plântulas consideradas normais foram avaliados no quinto dia, com auxílio de régua milimetrada, efetuando-se as medições em centímetros e os resultados foram expressos em cm.plântula⁻¹.

Índice de velocidade de emergência em areia: foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes para

cada tratamento. A areia utilizada foi previamente lavada e colocada em bandejas plásticas. O teste foi realizado em condições de casa de vegetação e a umidade mantida com irrigações moderadas. Foram realizadas anotações diárias do número de plântulas emergidas, com os cotilédones acima da superfície do solo até os 15 dias após a semeadura.

Porcentagem de emergência final em substrato de areia: o teste foi realizado em conjunto com o índice de velocidade de emergência. Foi contado o número final de plântulas emergidas em substrato de areia até 15 dias após a semeadura.

Biomassa seca das plântulas: a obtenção da biomassa seca das plântulas foi realizada após a avaliação do comprimento. As plântulas consideradas normais foram

colocadas em sacos de papel devidamente identificadas e levadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, regulada à temperatura de $80 \pm 2^\circ\text{C}$, por um período de 24 horas. Em seguida, foi realizada a pesagem do material em balança analítica, obtendo-se, então, a biomassa seca com precisão de 0,001g e o peso de cada amostra foi dividido pelo número de plântulas normais, que foram utilizadas no teste para cada amostra, obtendo-se, desta forma, a biomassa seca média de cada plântula. Os resultados foram expressos em g.plântula⁻¹.

Análise estatística

Os pressupostos básicos para a análise de variância foram analisados e atendidos. Posteriormente, os dados obtidos para todas as variáveis foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade ($p < 0,05$) e, na presença de interação significativa, procederam-se os desdobramentos, assim como preconizado por Banzatto e Kronka (2006). Quando o tratamento de sementes foi significativo, as médias foram comparadas pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade. O software utilizado nas análises foi o Sisvar (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise estatística dos dados

A análise de variância dos dados permitiu inferir que ocorreram diferenças significativas ($p < 0,05$) para todas as variáveis, nas condições experimentais observadas, ou seja, a primeira contagem (PC), a contagem final do teste de germinação (G), o teste de envelhecimento acelerado (EA), a emergência em substrato de areia (EM), o índice de velocidade de emergência (IVE), o comprimento da parte aérea de plântula (CPA), o comprimento da raiz primária de plântula (CRZ), o comprimento de plântula (CPL) e a biomassa seca de plântula (BIO) foram significativamente influenciados pelos diferentes produtos constituintes de cada tratamento.

Os resultados médios obtidos na avaliação dos componentes da qualidade fisiológica da cultivar estudada, em função dos tratamentos empregados, encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Médias para as variáveis: primeira contagem (PC), contagem final do teste de germinação (G), teste de envelhecimento acelerado (EA), emergência em substrato de areia (EM), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea de plântula (CPA), comprimento da raiz primária de plântula (CRZ), comprimento de plântula (CPL) e biomassa seca de plântula (BIO) de lotes de sementes de soja, em resposta aos pacotes TSI descritos no Tabela 1.

Tratamento	PC (%)	G (%)	EA (%)	EM (%)	IVE --	CPA (cm)	CRZ (cm)	CPL (cm)	BIO (g)
T1	95,5 A	97,0 A	84,0 A	93 A	15,33 A	18,87 A	21,37 A	40,25 A	0,1629 A
T2	94,0 A	99,0 A	70,7 B	94 A	15,51 A	14,87 B	18,00 B	32,87 B	0,1629 A
T3	90,0 A	95,0 A	59,5 B	93 A	15,45 A	14,75 B	16,00 C	30,75 C	0,1567 B
T4	92,0 A	97,0 A	28,5 D	74 D	10,88 D	9,87 D	7,55 G	17,42 E	0,1569 B
T5	88,0 A	92,5 B	30,5 D	69 D	10,37 F	6,37 E	6,12 H	12,50E	0,1564 B
T6	81,0 B	96,0 A	25,0 D	82 C	13,23 C	12,50 C	9,62 F	22,12 D	0,1525 C
T7	80,0 B	88,5 C	21,0 D	88 B	14,06 B	14,00 B	9,75 F	23,75 D	0,1583 B
T8	92,0 A	98,5 A	62,5 B	90 B	14,24 B	16,25 B	16,87 C	33,12 B	0,1589 B
T9	89,0 A	94,0 B	45,5 C	89 B	14,62 B	17,75 A	14,00 D	31,75 B	0,1434 C
T10	89,0 A	93,0 B	38,0 C	87 B	14,42 B	17,75 A	10,87 E	28,62 C	0,1543 C
T11	87,5 A	93,0 B	21,0 D	78 C	12,02 D	12,00 C	9,50 F	21,50 D	0,1588 B
Média	88,9	94,8	44,2	85,2	13,47	14,09	12,70	26,79	0,1565
C.V. (%)	4,47	2,70	18,53	4,52	2,98	10,54	5,52	5,87	0,77

De acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott, médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem a um mesmo grupo, a 5% de probabilidade.

Primeira contagem do teste de germinação

Tratando-se de um teste que é parte de um procedimento padronizado, a primeira contagem pode ser considerado como um teste de vigor de mais alto potencial de padronização (Nakagawa, 1999).

Neste âmbito, os dados da Tabela 2 permitem inferir que não ocorreram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10 e 11, indicando que a primeira contagem não foi passível de alteração significativa nas condições experimentais observadas. Observou-se, no entanto, resultados inferiores para os tratamentos T6 e T7 (Tecnologia III), situação em que é possível inferir que a associação do fungicida carbendazim com o inseticida imidacloprido + tiadicarbe com os polímeros utilizados, na ausência ou na presença do biorregulador, reduziu o vigor das sementes do lote testado.

Comparando entre si os pares de tratamentos contidos em um mesmo pacote tecnológico (Tabela 1), nota-se que os resultados do TIS padrão demonstram-se estatisticamente iguais àqueles em cujo par foi adicionado o biorregulador. Ou seja, este produto não influenciou a porcentagem de plântulas normais do lote na primeira contagem do teste de germinação.

Avaliação da germinação

Com exceção da Tecnologia I (T2 e T3) e da Tecnologia V (T10 e T11), nas tecnologias em que se utilizou o fungicida carbendazim combinado ao inseticida imidacloprido + tiadicarbe (Tecnologias II e III) ou ao inseticida clorantianiliprole (Tecnologia IV), a adição do biorregulador influenciou negativamente a germinação das sementes do lote testado. Na comparação das médias (Tabela 2), constatou-se, ainda, que os tratamentos T2, T3, T4, T6 e T8 apresentaram resultados superiores para o teste padrão de germinação, os quais foram estatisticamente iguais à testemunha (T1). Nota-se, ainda, que com exceção da Tecnologia I, a redução no número médio de plântulas normais ocorreu devido ao efeito fitotóxico dos produtos utilizados; e parece haver um aumento desse efeito quando se utiliza o biorregulador. De acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott, valores intermediários para o teste de germinação foram encontrados nos tratamentos T5, T9, T10 e T11. Destaca-se, ainda, o desempenho inferior do tratamento T7, em que se utilizou o maior volume de calda do ensaio ($1800 \text{ mL } 100 \text{ kg}^{-1}$). Acredita-se que tal comportamento é resultante da combinação entre a cultivar, os ingredientes ativos e, principalmente, do elevado volume de calda após a adição do biorregulador, o que corrobora os

estudos de Segalin *et al.*, (2013). Além do efeito deletério deste volume, o processo de deterioração pode ter sido potencializado pelo armazenamento.

O volume de calda recomendado para as sementes de soja pela Embrapa (2012) não deve ser superior a $600 \text{ mL } 100 \text{ kg}^{-1}$, limite tolerado de solução aquosa para que não ocorram danos à semente. Tal recomendação é embasada em estudos com soluções aquosas. Contudo, remarca-se que caldas comerciais são compostas pela combinação de produtos que já são formulados em forma líquida, cujo potencial osmótico é, portanto, diferente das soluções aquosas avaliadas naquele estudo.

Segundo França-Neto *et al.*, (2015), em função da formulação empregada, volumes de até $1100 \text{ mL } 100 \text{ kg}^{-1}$ de sementes já foram testados e não causaram prejuízo imediato à qualidade das sementes, fato que reforça a ideia de que efeito fitotóxicos observados para algumas tecnologias pode ser potencializado com o uso do biorregulador. No entanto, apesar da redução da qualidade fisiológica, observou-se que as tecnologias empregadas não comprometeram o potencial de comercialização das sementes, uma vez que as médias de germinação encontram-se acima do padrão estabelecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2005), que exige um mínimo de 80% de germinação para comercialização de soja no país.

Avaliação do teste de envelhecimento acelerado

O maior percentual de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado (Tabela 2) foi observado nas sementes sem tratamento (T1). Ao passo que para os demais tratamentos, independentemente da adição do biorregulador, todas as tecnologias promoveram redução do percentual de plântulas normais.

Para os tratamentos à base da Tecnologia IV (fungicida carbendazim + inseticida clorantianiliprole) e à base da Tecnologia V (fungicida metalaxil-M + tiabendazol + fludioxonil e inseticida tiametoxam), os padrões comerciais (T8 e T10) se sobressaíram positivamente em relação a seus pares, onde o biorregulador foi adicionado (T9 e T11). Exceções foram observadas para as demais tecnologias, em que a adição do biorregulador não resultou em diferenças significativas, quando se compara separadamente os pares de tratamentos com e sem este produto.

Dan *et al.*, (2010), em estudos de TIS em sementes de soja com os inseticidas imidacloprido + tiadicarbe observaram acentuada redução de vigor no teste de envelhecimento acelerado ao final do período de

armazenamento de 45 dias. Neste contexto, nota-se que independentemente da adição do biorregulador, a Tecnologia III (T6 e T7), a Tecnologia IV (T8 e T9), bem como, o tratamento 11 foram aqueles que promoveram o maior decréscimo no potencial fisiológico das sementes avaliado no teste em questão.

Avaliação da emergência em substrato de areia

Nesta avaliação (Tabela 2), a testemunha (T1) e a Tecnologia I (T2 e T3) apresentaram resultados semelhantes entre si e superiores aos demais tratamentos. De maneira análoga ao observado no teste de germinação, independentemente do emprego do biorregulador, tratamentos à base do inseticida/fungicida piraclostrobina + tiofanato etílico + fipronil (Tecnologia I) não apresentam efeito fitotóxico sobre a qualidade das sementes de soja aos sessenta dias de armazenamento em comparação às sementes não tratadas.

Para os tratamentos onde se associou o fungicida carbendazim aos ingredientes ativos inseticidas imidacloprido + tiodicarbe (Tecnologias II e III), observou-se que, independentemente da presença do biorregulador, a menor dose do inseticida resultou em valores inferiores de emergência. Ainda, empregando-se os mesmos produtos, a menor dose do inseticida (T4 e T5) foi a combinação que proporcionou maior redução do vigor das sementes do lote, sugerindo que nesta condição o biorregulador não prejudicou e nem beneficiou a qualidade fisiológica das sementes.

Dan *et al.*, (2010) observaram que o thiametoxam é considerado um potencializador do poder germinativo das sementes; porém, os autores também afirmam que o efeito fitotônico pode variar em função da espécie, cultivar, qualidade fisiológica inicial das sementes, dose do produto e do tempo de armazenamento. Entretanto, nas condições experimentais deste estudo, não se observou o referido efeito potencializador na Tecnologia V (T10 e T11).

Combinados, os resultados da primeira e última contagem do teste de germinação e do envelhecimento acelerado confirmam que o lote empregado neste ensaio apresentava qualidade fisiológica inicial elevada. Acredita-se que, em razão de suas características, como a maior diluição dos produtos e a redução acentuada do estresse fisiológico, o teste de emergência em areia pode apresentar menor sensibilidade na distinção do vigor das sementes, mesmo após o período de armazenamento.

Avaliação do Índice de velocidade de emergência (IVE)

De maneira geral, o IVE apresentou valores coerentes com o teste de emergência em areia. Valores superiores de IVE e, portanto, TIS com maior potencial fisiológico, foram observados na testemunha (T1) e na Tecnologia I

(T2 e T3, cuja base é constituída pelo inseticida/fungicida piraclostrobina + tiofanato etílico + fipronil). Ressalta-se, ainda, que, de maneira semelhante ao encontrado no teste de emergência em areia (Tabela 2), os tratamentos T1, T2 e T3 não apresentaram diferença estatística entre si.

Novamente, dentre as tecnologias testadas, os tratamentos T4 e T5, ambos da Tecnologia II, foram os que implicaram em maior decréscimo na variável estudada. Este mesmo comportamento foi observado no tratamento T11. De maneira semelhante ao teste de emergência em areia, pode-se afirmar que, em razão do já elevado potencial fisiológico inicial do lote, o IVE pouco acrescentou na separação de diferentes níveis de qualidade dos tratamentos estudados, quando comparado, por exemplo, ao teste de envelhecimento acelerado.

Para os pares de tratamentos que compõem a Tecnologia I (T2 e T3) e Tecnologia IV (T8 e T9), nota-se, na Tabela 2, que a adição do biorregulador ao TIS comercial não beneficiou nem prejudicou a qualidade fisiológica das sementes aos 60 dias de armazenamento convencional. Contudo, resultados distintos foram encontrados para a Tecnologia I (T2 e T3) e Tecnologia IV (T8 e T9), onde a adição do biorregulador proporcionou valores inferiores de IVE, quando comparado ao seu respectivo par sem este produto. No interior da Tecnologia III, o tratamento comercial padrão com o biorregulador (T7) se sobressaiu positivamente ao seu homólogo sem este produto (T6).

Avaliação do comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz primária (CRZ) e comprimento de plântula (CPL).

Quanto as variáveis CPA, CRZ e CPL (Tabela 2), observou-se uma redução dos comprimentos em todos os tratamentos, quando comparados à testemunha (T1), demonstrando que esta se manteve superior aos demais para as três variáveis respostas no período de armazenamento avaliado. Exceção foi observada para variável CPA, em que os tratamentos T9 (Tecnologia IV) e T10 (Tecnologia V) foram estatisticamente iguais à testemunha (T1).

Notou-se que para as Tecnologias II e V, os tratamentos comerciais se sobressaíram positivamente aos seus pares com biorregulador. Ressalva foi observada para a variável CPA na Tecnologia I, onde T2 e T3 não apresentaram diferença significativa entre si. Para a Tecnologia III, os tratamentos T6 e T7 não apresentaram diferença significativa entre si para as variáveis CRZ e CPL, ao passo que para o CPA o tratamento T7 (com biorregulador) se sobressaiu em relação ao tratamento T6 (sem biorregulador).

Observa-se, ainda, que para estas três variáveis, os tratamentos padrões das Tecnologias I, II e V se sobressaíram positivamente àqueles em que o biorregulador foi adicionado. Por outro lado, para a Tecnologia IV não se observou diferença significativa entre os tratamentos T8 e T9 para a variável CPL, ao passo que para o CRZ o tratamento T8 (sem biorregulador) se sobressaiu. Ainda, para o CPA o maior valor foi observado no tratamento T9 (com biorregulador). Por fim, constatou-se (Tabela 2) que as sementes submetidas a Tecnologia II (T4 e T5) e Tecnologia III (T6 e T7) apresentam tendência mais acentuada em proporcionar redução nos comprimentos.

Avaliação da biomassa de plântula

Para as Tecnologias I e IV, a adição do biorregulador ao TIS comercial proporcionou valores inferiores de biomassa seca para os tratamentos T3 e T9, respectivamente, em relação a seus pares sem este produto (Tabela 2). Comportamento inverso foi observado nas Tecnologias III e V, onde os tratamentos com o biorregulador se destacaram em relação a seus respectivos pares padrão.

Neste contexto, autores como Leite *et al.*, (2003), trabalhando com diferentes cultivares da soja, observaram que a adição de giberelinas e citocininas exógenas não necessariamente contribuiu para o aumento da matéria seca da raiz e que a associação de giberelina e citocinina tendeu a diminuir os efeitos da giberelina. Hartmann & Kester (1983), por outro lado, afirmaram que o uso de reguladores vegetais para induzir o enraizamento difere em sua ação, de acordo com a espécie e com o cultivar, pois enquanto algumas espécies enraízam muito melhor com a sua aplicação, outras respondem fracamente ou, ainda, adversamente.

CONCLUSÃO

Embora a análise de amostras no tempo zero de armazenamento propiciaria maior clareza na interpretação dos dados, observou-se que ainda que os TIS testados possam promover decréscimo no potencial fisiológico da soja, todos os tratamentos ultrapassaram o padrão mínimo de germinação (80%), indicando que os lotes estavam aptos para comercialização no período de até 60 dias de armazenamento convencional, independentemente da adição do biorregulador.

REFERÊNCIAS

Alleoni, B., Bosqueiro, M., & Rossi, M. (2000). Efeito dos reguladores vegetais de Stimulate no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *UEPG*, 6, 23-35.

Avelar, S. A. G., Baudet, L., Peske, S. T. Ludwig, M. P., Rigo, G. A., Crizel, R. L., & Oliveira, S. (2011). Armazenamento de sementes de soja tratadas com fungicida, inseticida e micronutriente e recobertas com polímeros líquido e em pó. *Ciênc Rur*, 41(10), 1719-1725. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011005000130>

Bays, R., Baudet, L., Henning, A.A., Lucca-Filho, O. (2007). Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e polímero. *Rev Bras Sementes*, 29(2), 60-67. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222007000200009>

Banzatto, D. A., & Kronka, S. N. (2008). Experimentação Agrícola. 4. ed. Jaboticabal: *FUNEP*. p. 237.

Brasil (2005). Instrução Normativa n.25, de 16 de dezembro de 2005. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 dez.p.18.

Brasil (2009). Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. p. 399.

Castro, G. S. A., Bogiani, J. C., Silva, M. G., Gazola, E., & Rosolem, C. A. (2008). Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. *Pesq Agrop Bras*, 43 (10), 1311-1318. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2008001000008>

Dan, L.G.M., Dan, H.A., Barroso, A.L.L., & Braccini, A.L. (2010). Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. *Rev Bras Sem*, 32 (2), 131-139. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222010000200016>

Dan, L. G. M., Dan, H. A., Piccinin, G. G., Ricci, T. T., & Ortiz, A. H. T. (2012). Tratamento de sementes com inseticida e a qualidade fisiológica de sementes de soja. *Rev Caat*, 25 (1), 45-51.

Embrapa. (2012). Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil. Sistemas de Produção. *Embrapa Soja*. p. 262. <http://www.cnpso.embrapa.br/download/SP15-VE.pdf>.

Ferreira, D.F. (2011). Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciênc e Agrot*, 35 (6), 1039-1042. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>

Hartmann, H.T., & Kester, D.E. (1983). Plant propagation: principles and practices, 4th ed. New Jersey: Prentice-Hall. p.727.

Krzyzanowski, F.C., França Neto, J.B., & Henning, A.A. (1991). Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. *Abrates*, 1(2), 15-50.

Leite, V. M., Roselem, C. A., & Rodrigues, J. D. (2003). Gibberellin and cytokinin effects on soybean growth. *Sci Agr*, 60, 537-541. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162003000300019>

Moterle, L.M., Santos, R.F., Scapim, C.A., Braccini, A.L., Bonato, C.M., & Conrado, T. (2011). Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. *Rev Ceres*, 58(5), 651-660. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2011000500017>

Segalin, S. R., Barbieri, A. P. P., Huth, C., Beche, M., Mattioni, N. M., & Mertz, L. M. (2013). Physiological quality of soybean seeds treated with different spray

volumes. *J Seed Sci*, 35 (4), 501-509. <http://dx.doi.org/10.1590/S2317-15372013000400012>

Silva, M. T. B. (1998). Inseticidas na proteção de sementes e plantas. *Seed News*. 2 (5), 26-27.

Strieder, G., Foguesatto, R.J., Gadotti, G. I., Luz, M.L.G.S., Luz, C.A.S., Gomes, M. C., & Scherer, V. S. (2014). Estudo técnico e de cenários econômicos para implantação de uma unidade de tratamento industrial de sementes de soja e trigo. *Abrates*, 24 (1), 118-123.

Vieira, E.L. & Castro, P.R.C. (2001). Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja. *Rev Bras Sementes*, 23, 222-228.

Zambon, S. (2013). Aspectos importantes do Tratamento de Sementes. *Abrates*, 23(2), 26-32.