



DESEMPENHO E VIGOR DE PLÂNTULAS EM PERÍODO PÓS-TRATAMENTO QUÍMICO E BIOLÓGICO DE SEMENTES DE SOJA

POST-CHEMICAL AND BIOLOGICAL TREATMENT OF SOYBEAN SEEDS, SEEDLING PERFORMANCE AND VIGOR

Flávia Mendes dos Santos Lourenço^{1*}; Marco Eustáquio de Sá²; Oscar Mitsuo Yamashita³; Jéssica Alves de Oliveira¹; Grace Queiroz David¹; Emanuelle Possas de Souza¹; Renan Furquim da Silva²; Juliana Trindade Martins¹; Mayara Fávero Cotrim¹; Walmor Moya Peres¹

¹ Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Pós-Graduação em Agronomia, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil.

² Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Ilha Solteira, São Paulo, Brasil.

³ Universidade Federal do Mato Grosso do Campos de Alta Floresta-MT. Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

*Autor Correspondente: Flávia Mendes dos Santos Lourenço. E-mail: flaviamsl1@hotmail.com.

Resumo

O tratamento de sementes visa à proteção inicial dessas no campo ou durante o período de armazenamento através da aplicação de produtos, sejam químicos ou biológicos, sem alterar sua viabilidade e vigor. Neste sentido, torna-se importante a verificação da capacidade dos agroquímicos usados para tratamento de sementes em proporcionar efeitos protetivos sem, contudo, prejudicá-las. Assim, objetivou-se, neste estudo, avaliar a qualidade fisiológica de dois lotes de sementes de três cultivares de soja, submetidas ao tratamento com piraclostrobina + tiofanato-metílico + fipronil e tiametoxam + carboxina + tiram; além dos produtos biológicos *Bacillus subtilis* e *Trichoderma atroviride* em períodos após a aplicação dos produtos e o armazenamento das sementes (0, 24, 48 e 192 horas). Foram realizados testes de germinação, primeira contagem, classificação de vigor da plântula, comprimento de plântulas e matéria seca de plântulas. Portanto, tanto o tratamento químico como o biológico podem diminuir o desempenho das sementes na medida em que se atrasa a semeadura após o tratamento de sementes. Lotes mais vigorosos são menos afetados pelo tempo de exposição aos tratamentos e seus efeitos deletérios.

Palavras-chave: Rizobactérias, armazenamento, genótipos, qualidade fisiológica de sementes.

Abstract

Seed treatment aims at their initial protection in the field or during the storage period through the application of products, whether chemical or biological, without changing their viability and vigor. In this sense, it is important to check the capacity of agrochemicals used for seed treatment to provide protective effects without, however, harming them. Thus, the aim of this study was to evaluate the physiological quality of two seed lots of three soybean cultivars, submitted to treatment with pyraclostrobin + thiophanate-methyl + fipronil and thiamethoxam + carboxine + tiram; in addition to the biological products *Bacillus subtilis* and *Trichoderma atroviride* in periods after the application of the products and the storage of the seeds (0, 24, 48 and 192 hours). Germination tests, first count, seedling vigor classification, seedling length and seedling dry matter were performed. Therefore, both chemical and biological treatment can decrease the performance of seeds as sowing is delayed after seed treatment. More vigorous batches are less affected by the time of exposure to treatments and their deleterious effects.

Keywords: Rhizobacteria, storage, genotypes, physiological quality of seeds.



INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma das mais importantes do mundo, sendo que o Brasil é o segundo maior exportador mundial desta leguminosa, atrás apenas dos Estados Unidos da América. A área brasileira cultivada na safra 2019/20 apresentou aumento de 2,6%, saindo de 35,8 milhões de hectares na safra 2018/19 para 36,8 milhões de hectares. Estima-se que a produção deverá atingir 122,2 milhões de toneladas, contra 115,9 milhões de toneladas, observada na safra passada, representando um aumento de 6,3% [1].

O uso de sementes de alta qualidade é sinônimo de alta produtividade na colheita, reduzindo-se problemas fitotécnicos, melhorando o desempenho das plantas e proporcionando a obtenção de maiores lucros. Nesse sentido, o uso de práticas de manejo, como sistema de semeadura direta, cultivares melhoradas e o tratamento de sementes tornam-se essenciais para a proteção das mesmas contra patógenos de solo e posteriormente, no armazenamento contra o ataque de insetos pragas, que podem contribuir para alterar a qualidade e o desenvolvimento das sementes de soja em campo.

O tratamento de sementes visa à proteção inicial das sementes no campo após a semeadura, ou durante o período de armazenamento destas, pela aplicação de produtos, sejam eles químicos, biológicos ou aditivos, sem que haja alteração na sua viabilidade e vigor, buscando sua máxima capacidade de desempenho. A qualidade das sementes obtidas no campo deve ser mantida desde o período de armazenamento até a próxima semeadura. A longevidade das sementes pode variar de acordo com o genótipo, mas o período de manutenção do potencial fisiológico depende, em sua maioria, do teor de água e das condições do ambiente de armazenamento [2].

As aplicações de produtos às sementes, sejam eles químicos ou biológicos, podem aumentar os riscos de deterioração e a queda de sua qualidade fisiológica. Resultados de pesquisas têm evidenciado que alguns produtos aplicados às sementes de soja podem, em determinadas situações, ocasionar redução tanto na germinação destas como na sobrevivência das plântulas [3]. Essas reduções podem estar associadas ao período prologando de contato dos produtos com as sementes. Isto proporciona alterações degenerativas no metabolismo, pois, alguns grupos químicos atuam na ativação de proteínas transportadoras de membranas celulares, podendo desencadear processos de desestruturação, levando à queda de seu vigor e a redução no desenvolvimento das plântulas, o que leva inclusive a redução do estande de plantas [4].

Por outro lado, são visíveis as vantagens de se utilizar uma semente protegida no combate contra agentes biológicos externos como fungos patogênicos e insetos pragas [5]. No tratamento de sementes de soja utilizando fungicida mais inseticida, [6] constataram que o tratamento foi eficiente no controle de patógenos associados às sementes, conferindo maior proteção das sementes e plântulas no campo. Em estudo com inoculação de *Bacillus* spp., houve redução da população de fungos patogênicos, demonstrando seu eficiente controle no tratamento de



sementes de soja [7].

De modo geral, as sementes são tratadas e semeadas imediatamente. Entretanto, em determinadas circunstâncias, como mudanças repentinas do clima, é necessário aguardar a semeadura após o tratamento devido à essas adversidades. Em outros casos, ao se realizar o tratamento de grandes quantidades de sementes num mesmo momento, estas ficam armazenadas por determinados períodos de tempo e isto pode provocar danos em razão da ação efetiva dos produtos ou, também a perda das suas propriedades químicas. Assim, é importante conhecer os efeitos do atraso na semeadura pós-tratamento sobre o desempenho das sementes.

Desta forma, objetivou-se estudar as alterações na qualidade fisiológica de sementes de três cultivares de soja com dois lotes cada, quando submetidas ao tratamento com produtos químicos e biológicos em períodos após a aplicação dos produtos e o armazenamento das sementes, tratadas por 0, 24, 48 e 192 horas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP – do Campus de Ilha Solteira/SP, Brasil. Foram utilizados três cultivares (RM5885 RR; BONUS 8579 RSF IPRO; 75177 RSF IPRO) com dois lotes cada um, totalizando seis lotes de sementes de soja não tratadas, produzidas na safra agrícola 2017/18. Para cada lote, realizou-se o tratamento das sementes com produtos químicos e biológicos e estes foram avaliados após os períodos de 0 ("semeadura"), 24, 48 e 192 horas pós-tratamento. As sementes foram mantidas em ambiente controlado, a temperatura de 25°C e umidade relativa do ar de 50%, até serem utilizadas para o estudo.

O tratamento das sementes foi realizado de maneira sequencial, com os produtos nas suas respectivas doses recomendadas: (S)- piraclostrobina + tiofanato-metílico + fipronil (200 mL/100kg de sementes), (C)-tiametoxam + carboxina + tiram (200 mL/100kg de sementes), (B)- *Bacillus subtilis* (200 mL/50 kg de sementes) e (TC)- *Trichoderma atroviride* (200 g/100kg de sementes). Em todos os tratamentos foi adicionado *Bradyrhizobium japonicum* (100 mL/50 kg de sementes). Em sacos plásticos com capacidade para dois quilos, foi realizado o agito manual durante três minutos, até a homogeneização dos tratamentos. Após a agitação das sementes, estas foram espalhadas sobre papel toalha para secagem e posterior acondicionamento em sacos de papel.

Para determinar os efeitos dos tratamentos, foram realizados testes de germinação, primeira contagem de germinação, classificação de vigor da plântula, determinação de comprimento de plântulas e matéria seca de plântulas. A determinação do teor de água foi feita pelo método da estufa a 105 ±2 °C durante 24 horas, realizada com duas subamostras de cinco gramas de sementes para cada tratamento, após cada período de pós-tratamento e armazenamento [8].



O teste de germinação foi conduzido em rolo de papel germitest, umedecido com quantidade de água deionizada equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco, com quatro repetições de 50 sementes. Estas, após preparo do teste, foram mantidas em germinador regulado à temperatura constante de 25 °C. As contagens foram realizadas aos oito dias após a instalação do teste [8]. A primeira contagem de germinação foi realizada juntamente com o teste de germinação, computando-se a porcentagem média de plântulas normais obtidas aos cinco dias após a semeadura.

A classificação de vigor da plântula foi realizada juntamente com o teste de primeira contagem de germinação, seguindo a classificação das plântulas como: normais fortes (vigorosas) - perfeitas sem rachaduras e lesões; normais fracas (pouco vigorosas) - capazes de restringir a germinação, podendo ser problema de estrutura ou lesão e que não caracterize anormalidade. Os resultados foram calculados utilizando-se a porcentagem média de plântulas normais de cada categoria de cada tratamento, podendo o vigor ser classificado como alto, médio ou fraco [9].

Para a determinação do comprimento de plântulas, foram utilizadas quatro repetições de 20 sementes por tratamento, semeadas sobre três folhas de papel germitest sendo duas abaixo e uma sobre as sementes. Foi traçada uma linha no terço superior com distância da margem de 3 cm no sentido longitudinal. As amostras em rolos de papel foram umedecidas com quantidade de água deionizada equivalente a 2,5 vezes à massa do papel seco, e colocadas dentro de sacos plásticos fechados com elástico. Posteriormente, as amostras foram levadas ao germinador e permaneceram por cinco dias no escuro a 25 °C. Após esse período, foram mensurados os comprimentos (em cm) da parte aérea e da raiz de plântulas normais com o uso de uma régua milimétrica [10].

Juntamente ao teste de comprimento de plântulas, foi mensurada a massa seca, cujas partes das plântulas medidas foram colocadas em sacos de papel e condicionadas em estufa com circulação de ar forçada, e regulada a 80 °C durante 24 horas. Após o período de secagem, as amostras foram pesadas, utilizando-se balança analítica (0,0001g). A massa obtida para cada repetição foi dividida pelo número de plântulas normais, resultando na massa média por plântula.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, num esquema fatorial 6 x 4 x 4 obtido da combinação de (6) lotes x (4) tratamentos químicos e biológicos x (4) tempos pós-tratamento, com quatro repetições para cada lote. As médias para os lotes e tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o tempo pós-tratamento, foram realizadas regressões polinomiais. Quando necessário, foi realizada a transformação dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto aos teores de água presente nas sementes, foi observada redução nestes, conforme se aumentava o tempo de pós-tratamento, com menor teor após 192 horas de



armazenamento. Na Tabela 1 estão descritos os teores de água iniciais e pós-tratamento dos lotes de sementes de soja.

Apesar das flutuações de umidade, os lotes dos cultivares demonstraram comportamentos semelhantes ao longo do período, apresentando teores de água abaixo dos 12%. De forma geral, a porcentagem de água nas sementes durante ao período das análises estava dentro da faixa ótima, preservando a integridade das membranas das sementes durante o tempo de armazenamento das mesmas, refletindo em ótimas taxas de germinação. [11] corrobora com este estudo e afirma que valores abaixo de 12% de umidade, tendem a manter a qualidade elevada, preservando o vigor das sementes de soja. [12] também se constatou perda na umidade das sementes com o tempo de armazenamento, apesar de ter-se verificado perda de vigor à medida que se estendia o tempo de armazenamento, os autores afirmam que este decréscimo não está relacionado à perda de água, mas sim à peroxidação lipídica das células.

Tabela 1. Teores de água iniciais e pós-tratamento de sementes de lotes de soja. Ilha Solteira-SP, 2020.

TRATAMENTOS	Umidade (%)					
	Umidade inicial	Pós-tratamento (horas)				
Lotes	-	Produtos	0	24	48	192
1	10,98	(C)	9,35	8,06	7,19	6,72
		(S)	9,39	8,28	7,43	6,76
		(B)	9,78	8,52	7,57	6,91
		(TC)	8,88	8,19	7,53	6,84
2	11,65	(C)	9,23	7,58	7,03	6,60
		(S)	9,07	7,83	7,12	6,65
		(B)	9,20	8,04	7,29	6,80
		(TC)	8,83	7,96	7,33	6,82
3	11,33	(C)	8,33	7,76	7,60	7,21
		(S)	8,46	7,94	7,94	7,11
		(B)	8,75	8,07	7,94	7,16
		(TC)	8,44	8,02	7,88	7,13
4	11,65	(C)	7,73	7,40	7,29	6,93
		(S)	8,03	7,69	7,45	7,07
		(B)	7,97	7,51	7,52	7,48
		(TC)	7,93	7,60	7,71	7,29
5	10,18	(C)	7,45	7,05	6,66	6,70
		(S)	7,33	7,07	6,71	6,81
		(B)	7,97	7,31	6,83	6,91
		(TC)	7,63	7,24	6,84	7,04
6	10,52	(C)	7,77	7,27	6,94	6,78
		(S)	7,91	7,30	7,05	6,79
		(B)	7,97	7,30	6,97	6,85
		(TC)	7,73	7,21	6,93	6,98

Lotes:1;2 (cultivar RM5885 RR),3;4 (cultivar BONUS 8579 RSF IPRO),5;6 (cultivar 75177 RSF IPRO); P- Produtos: (C) – tiametoxam + carboxina + tiram; (S) – piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil; (B) - *Bacillus subtilis*; (TC) - *Trichoderma atroviride*.

Para a melhor conservação da qualidade das sementes durante o período de armazenamento, é necessário que o ambiente não exceda 25°C e a umidade relativa do ar não ultrapasse 70% [13], sendo eficaz na conservação dos lotes de sementes de soja tratadas (Tabela



1). Assim, a conservação das sementes em condições controladas é favorecida devido ao controle da baixa temperatura, que reduz as atividades das enzimas envolvidas no processo de respiração das sementes, responsáveis por afetarem a viabilidade dessas durante o armazenamento [14].

A queda do teor de água após 192 horas (Tabela 1) se deve ao equilíbrio higroscópico das sementes com o ambiente, independente do produto aplicado. Resultados semelhantes foram observados por [11,15]. Segundo [16] também, ao avaliar o teor de água de sementes tratadas com produtos químicos, essas apresentaram redução após o período estabelecido, relacionando o fato à natureza higroscópica das sementes que tentam estabelecer o equilíbrio com o meio onde se encontram. Outro aspecto a se considerar é que as soluções aplicadas apresentariam baixo potencial osmótico, o que levaria a pequena redução no teor de água das sementes, conforme foi observado.

As análises de variância evidenciaram interação entre os fatores (lotes x tempo pós-tratamento x produtos) para as avaliações de primeira contagem de germinação (PCG), classificação da (PCG) em plântulas médias, fortes e fracas e germinação (G) de plântulas dos lotes de sementes tratadas submetidas aos tempos de avaliação pós-tratamento (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância para primeira contagem de germinação (PCG), plântulas fortes (FORTES), plântulas médias (MÉDIAS), plântulas fracas (FRACAS) e germinação (G) em função do tempo pós-tratamento de sementes de lotes de soja. Ilha Solteira-SP, 2020.

Tratamentos	PCG	FORTES	MÉDIAS	FRACAS ¹	G
			- % -		
	612,08*	223,43*	121,72*	17,82*	34,23*
Lotes (L)	77,51*	54,95*	0,66 ^{ns}	9,92*	8,84*
Tempos (T)	27,95*	30,98*	7,74*	1,61 ^{ns}	5,09*
Produtos (P)	21,77*	12,80*	14,37*	10,97*	5,37*
L x T	9,41*	4,56*	5,26*	4,44*	6,35*
L x P	3,33*	2,41*	3,79*	3,71*	6,21*
T x P	3,64*	2,52*	2,03*	3,17*	4,18*
L x T x P					
CV (%)	6,58	15,35	16,08	19,14	3,21

¹ – Dados transformados por raiz quadrada de $Y + 1,0 - \text{SQRT}(Y + 1,0)$; * – significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo; CV – coeficiente de variação.

Avaliando-se o desdobramento da primeira contagem de germinação e da germinação para os lotes significativos aos tratamentos apresentados (Figuras 1 e 2), observou-se redução do vigor e da germinação, à medida em quem se aumentou a exposição das sementes aos tempos pós-tratamento, independentemente do produto utilizado. Pode-se verificar diferenças na porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação entre as sementes dos cultivares, sendo essa queda mais acentuada nos lotes 5 e 6 do cultivar BONUS 8579 RSF IPRO (Figura 1).

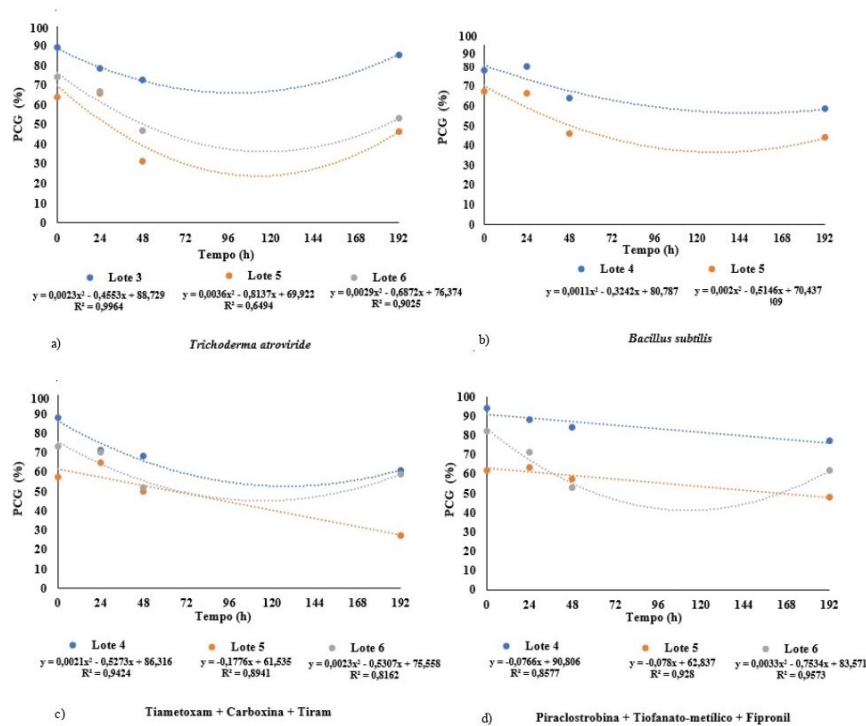


Figura 1. Primeira contagem de germinação (PCG) de sementes de soja em função de tempo pós-tratamento e produtos. Ilha Solteira-SP, 2020.

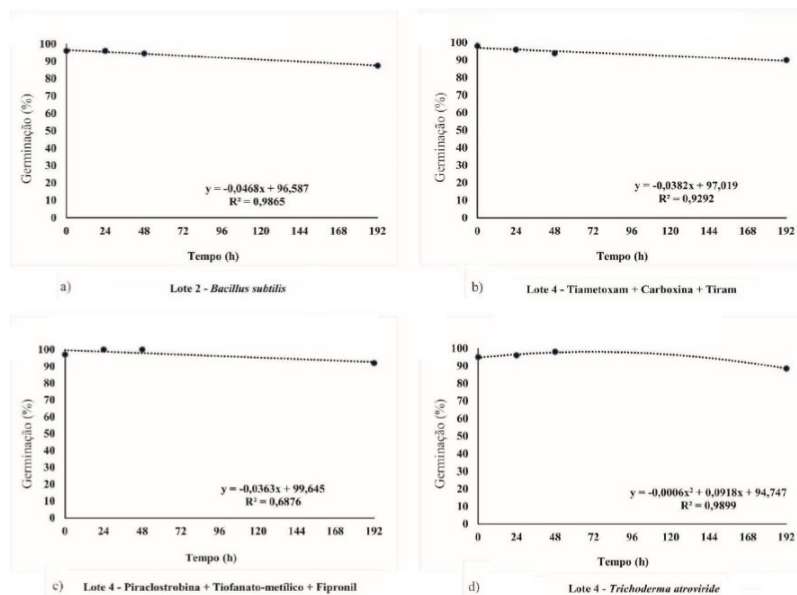


Figura 2. Germinação de sementes de soja em função de tempo pós-tratamento e produtos. Ilha Solteira-SP, 2020.

Alguns resultados de pesquisas também, observaram reduções na germinação das sementes após os períodos de pós-tratamento. Estudando o tratamento de sementes de soja, [17] afirmaram que, independente do produto utilizado, a queda na porcentagem de germinação se

acentuou após a exposição das sementes tratadas ao maior período de armazenamento (no caso, 45 dias). Ao submeterem sementes de arroz ao tratamento com produtos químicos, [18] também relataram a redução da germinação com o aumento do intervalo de tempo entre o tratamento e a semeadura das sementes.

Além, dos danos dos produtos químicos aplicados as sementes, os lotes 5 e 6 do cultivar BONUS 8579 RSF IPRO, ao serem submetidos ao tratamento com *T. atroviride* e *B subtilis*, apresentaram queda mais acentuada no vigor (Figuras 1a;1b). No entanto, o comportamento de redução da germinação foi semelhante entre os cultivares de soja, indicando que pode haver efeitos prejudiciais dos produtos na germinação, independentemente de serem químicos ou biológicos. [19] verificou que no tratamento de sementes de milho, cada produto utilizado apresentou comportamento diferente, de forma que alguns desses podem ser aplicados e armazenados até 15 meses e em contrapartida outros como tiametoxam + fipronil, não toleram o armazenamento, levando a redução da germinação das sementes, como foi observado (2b; 2c).

Desta forma, a qualidade fisiológica das sementes foi reduzida conforme se intensificou o período de pós-tratamento. A semeadura mais segura foi até 24 horas após o tratamento, período ideal para não se obter níveis de plântulas normais abaixo do necessário para o desempenho em condições de campo, o qual fica em torno de 80% de germinação (Figura 2), principalmente quando o vigor da semente não é tão elevado (Figura 1).

Em relação aos níveis de vigor para a primeira contagem de germinação (fortes, médias e fracas), pode-se observar que apenas para os lotes 4 e 5 (cultivar 75I77 RSF IPRO e cultivar BONUS 8579 RSF IPRO respectivamente) foi verificada a diferença entre os tratamentos quando estes foram submetidos aos tratamentos químicos com piraclostrobina + tiofanato-metílico + fipronil e tiametoxam + carboxina + tiram, apresentando redução principalmente na porcentagem de plântulas normais fortes, conforme aumentou-se o tempo de exposição das sementes (Figuras 3a; 3b).

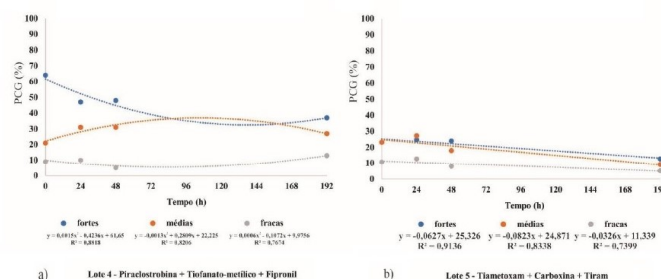


Figura 3. Níveis de vigor de plântulas da primeira contagem de germinação (PCG) em fortes, médias e fracas, em função de tempo pós-tratamento e produtos, em lotes de soja. Ilha Solteira-SP, 2020.

Essa redução na porcentagem de plântulas normais, pode estar relacionada com a composição química dos agroquímicos aplicados nas sementes, reduzindo o vigor das plântulas. Ao trabalharem com o tratamento e o armazenamento de sementes de soja com químicos a base de fludioxonil + metalaxil e tiametoxam, [3] também relataram que a redução na primeira contagem de germinação foi decorrência dos princípios ativos dos produtos apresentarem efeitos fitotóxicos sobre as sementes, reduzindo então, a sua capacidade de desenvolvimento. Além disso, foi observado que sementes desses cultivares tratadas com inseticidas a base de fipronil e tiametoxam, prejudicaram a qualidade fisiológica destas quando submetidas ao período de armazenamento [20]. Entretanto, a mistura de produtos contendo o princípio ativo do tiametoxam na formulação resultou em melhor desempenho de sementes de diferentes cultivares de soja submetidas a períodos de armazenamento, mostrando comportamentos divergentes em relação aos genótipos e tratamentos utilizados em outras pesquisas contidas na literatura, sendo necessário estudos contínuos [21].

Ressalta-se que o tratamento de sementes é amplamente utilizado para a seguridade no controle de pragas e doenças, tanto no armazenamento como na semeadura a campo, conferindo melhores condições de desenvolvimento das plântulas e, conseqüentemente, de produção [5].

No entanto, para a primeira contagem de germinação, as plântulas originadas de sementes inoculadas com *B. subtilis* (Figura 4) classificadas em fortes, médias e fracas dos lotes 1 e 4 (cultivares RM 5885 RR e 75177 RSF IPRO, respectivamente) apresentaram redução na porcentagem de plântulas normais fortes. Como consequência, houve aumento de plântulas médias e fracas, com uma redução mais acentuada de plântulas fortes para o lote 4 (Figura 4b). Entretanto, [22] ao avaliarem sementes de soja tratadas com cepas de *B. subtilis* não evidenciaram diferenças na germinação entre os tratamentos, não ocorrendo influência da rizobactéria no desenvolvimento das plântulas.

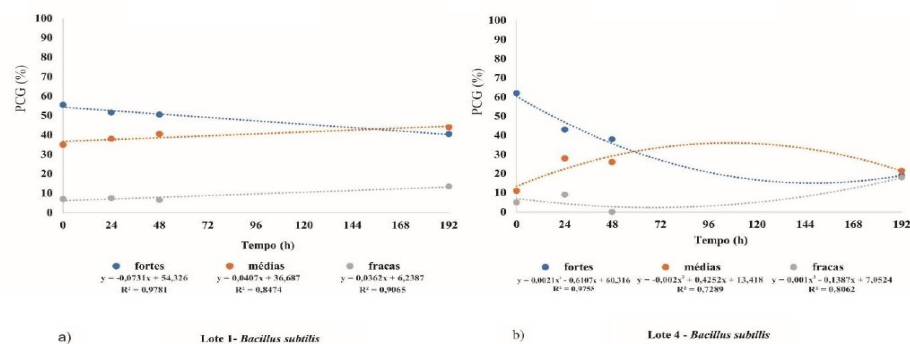


Figura 4. Níveis de vigor de plântulas da primeira contagem de germinação (PCG) em fortes, médias e fracas, em função de tempo pós-tratamento e produtos, em lotes de soja. Ilha Solteira-SP, 20



A aplicação de *B. subtilis* aumentou a porcentagem de plântulas consideradas normais médias no decorrer do período. Para o lote 4, houve um ajuste quadrático com ponto de máxima estimado em 106 horas. Após esse período, notou-se redução no desenvolvimento das plântulas (Figura 4b). Entretanto, para o lote 1, observou-se ajuste linear para as plântulas normais médias, evidenciando as diferenças entre os cultivares, com o comportamento desses influenciado pelo tempo de pós-tratamento e principalmente pelo genótipo (Figura 4a). Sendo semelhante aos resultados verificados neste estudo, [23] ao inocularem sementes de *Urochloa brizantha* com *B. subtilis* e submetê-las à cinco períodos de armazenamento, observaram aumento da germinação até os 60 dias, com redução após o prolongamento do armazenamento em 120 dias.

As análises de variância evidenciaram interação entre os fatores (lotes x tempo pós-tratamento x produtos) para os comprimentos da parte aérea (CPA) e da raiz (CRA) de plântulas fortes, médias e fracas de plântulas dos lotes de sementes tratadas submetidas aos tempos de avaliação pós-tratamento (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de variância para comprimento de parte aérea de plântulas fortes (CPA.F), comprimento de parte aérea de plântulas médias (CPA.M), comprimento de parte aérea de plântulas fracas (CPA.Fr), comprimento de raiz de plântulas fortes (CRA.F), comprimento de raiz de plântulas médias (CRA.M) e comprimento de raiz de plântulas fracas (CRA.Fr) em função de tempo pós-tratamento de sementes de lotes de soja. Ilha Solteira-SP, 2020.

Treatments	CPA.F	CPA.M	CPA.Fr	CRA.F	CRA.M	CRA.Fr ¹
	- cm -					
Lotes (L)	395,14*	114,69*	48,61*	189,41*	94,52*	49,34*
Tempo (T)	227,28*	108,51*	55,01*	21,83*	6,84*	0,100 ^{ns}
Produtos (P)	41,44*	30,55*	4,34*	50,90*	21,85*	2,02 ^{ns}
L x T	94,59*	45,87*	18,16*	21,07*	10,21*	4,78*
L x P	6,31*	4,22*	6,119*	3,69*	3,98*	1,79*
T x P	6,22*	1,08 ^{ns}	4,47*	3,72*	0,95 ^{ns}	3,28*
L x T x P	4,08*	2,75*	7,01*	2,58*	2,23*	2,48*
CV (%)	6,53	8,42	12,26	13,02	16,19	13,67

¹ – Dados transformados por raiz quadrada de $Y + 1.0 - \text{SQRT}(Y + 1.0)$; * – significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo; CV – coeficiente de variação.

O desdobramento para o comprimento da parte aérea de plântulas fortes, médias e fracas nos lotes 3 e 4 do cultivar 75177 RSF IPRO e nos lotes 5 e 6 do cultivar BONUS 8579 RSF IPRO foram significativos ao tratamento com piraclostrobina + tiofanato-metílico + fipronil e tiametoxam + carboxina + tiram, com acentuada redução de plântulas normais fortes, médias e fracas, conforme se prolongou o tempo de exposição (Figura 5).

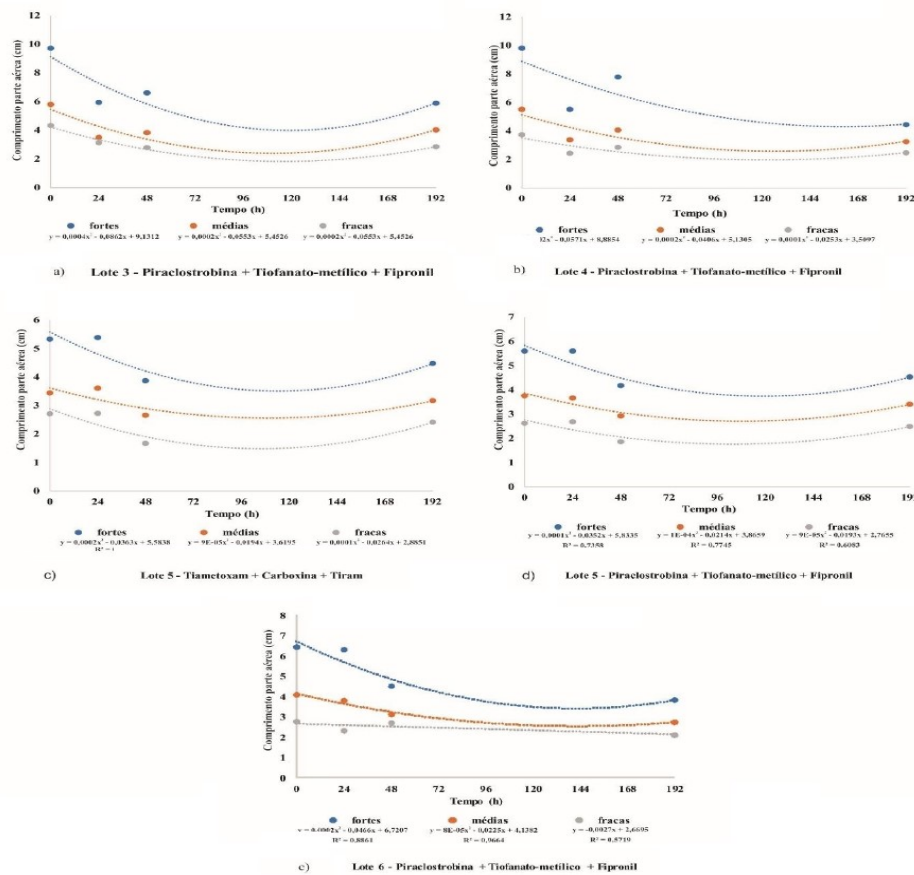


Figura 5. Níveis de vigor: comprimento de parte aérea de plântulas de soja (fortes, médias e fracas) em função de tempo pós-tratamento e produtos. Ilha Solteira-SP, 2020.

Há diferenças de tamanho entre as plântulas dos cultivares dos lotes 3 e 4 (Figuras 5a; 5b), em média, as plântulas foram maiores em comparação com os lotes 5 e 6 (Figuras 5c; 5d; 5e). No entanto, para o lote 4, foram necessários seis dias de desenvolvimento nos tratamentos com piraclostrobina + tiofanato-metílico + fipronil e *B. subtilis* para discriminar o comprimento das plântulas em fortes, médias e fracas, e assim, prosseguir com as avaliações. Para o tratamento com *T. atroviride*, foram necessários oito dias para a classificação das plântulas. Todos esses tratamentos ocorreram no tempo de exposição das sementes a 192 horas pós-tratamento.

O comprimento das raízes provenientes de plântulas fortes para o lote 4 do cultivar 75177 RSF IPRO, ao longo dos tempos de armazenamento das sementes após tratamento com piraclostrobina + tiofanato-metílico + fipronil teve redução significativa, seguindo equação quadrática. Já para as plântulas fracas, seguiu-se uma regressão quadrática, entretanto houve uma inflexão contrária do gráfico, se comparado com as plântulas fortes. Assim, no início dos tempos, verificou-se um aumento no comprimento radicular até 114 horas. Após esse período, os

valores observados reduziram (Figura 6).

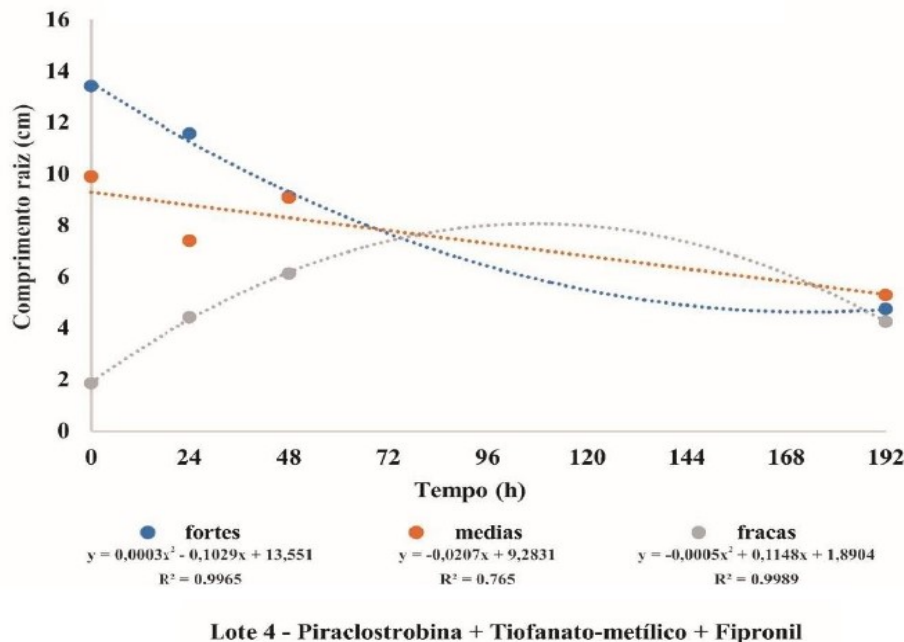


Figura 6. Níveis de vigor: comprimento de raiz de plântulas de soja (fortes, médias e fracas) em função de tempo pós-tratamento de sementes e produtos. Ilha Solteira-SP, 2020.

Possivelmente, as plântulas fortes foram afetadas pelo maior tempo de armazenamento após o tratamento das sementes, sendo que estes produtos provocaram danos que culminaram na redução do comprimento radicular. Entretanto, as plântulas classificadas como fracas, responderam positivamente até o período de 114 horas, demonstrando que muito provavelmente a ação dos produtos possa ter favorecido de alguma maneira o desenvolvimento dessas.

Ao tratarem sementes de soja com alguns tipos de inseticidas, [24] em concordância a este estudo, observaram redução do comprimento das plântulas e das raízes conforme se acentuou o período de armazenamento. O produto à base de tiametoxam foi responsável pela maior redução dos comprimentos. Entretanto, [25] ao trataram sementes de soja com produtos químicos relataram que a aplicação do inseticida a base de fipronil reduziu o comprimento de plântula e de raiz do cultivar estudado.

Para [20] ao estudarem o tratamento de sementes de soja de diferentes cultivares, com inseticidas a base de fipronil e tiametoxam, apresentaram resultados semelhantes ao presente estudo, com reduções no comprimento das raízes. No entanto [4], ao tratarem sementes de soja com piraclostrobina + tiofanato-metílico + fipronil, notaram que as médias do comprimento da

parte aérea foram maiores nos períodos de armazenamento entre 7 e 14 dias. Porém, após esse período, houve efeito negativo da exposição das sementes no crescimento das plântulas. Já para o comprimento radicular, a ação dos fatores foi semelhante, sendo que, períodos superiores a 21 dias interferiam negativamente no desenvolvimento das raízes.

Essa redução negativa do comprimento pode estar associada ao período prologando de contato dos produtos com as sementes, proporcionando alterações degenerativas no metabolismo. De fato, alguns grupos de inseticidas atuam na ativação de proteínas transportadoras de membranas celulares, podendo desencadear processos de desestruturação. Conseqüentemente, isso pode levar à queda de vigor nas sementes e à redução do crescimento das plântulas [20; 4].

O lote 4 (cultivar 75177 RSF IPRO) foi significativo ao tratamento com *B. subtilis* (Figura 7), ocorrendo redução do comprimento da parte aérea conforme se prolongou o tempo de exposição das sementes. O uso dessas rizobactérias pode favorecer positivamente a emergência, o enraizamento, o comprimento e o desenvolvimento das plantas, além de influenciar no controle de pragas e na produtividade das culturas [26]. Possivelmente essa mudança de comportamento a partir desses períodos pode ser indicativo de que o maior tempo de contato do *B. subtilis* com as sementes tenha proporcionado redução em alguns efeitos deletérios que estavam comprometendo o desempenho dessas.

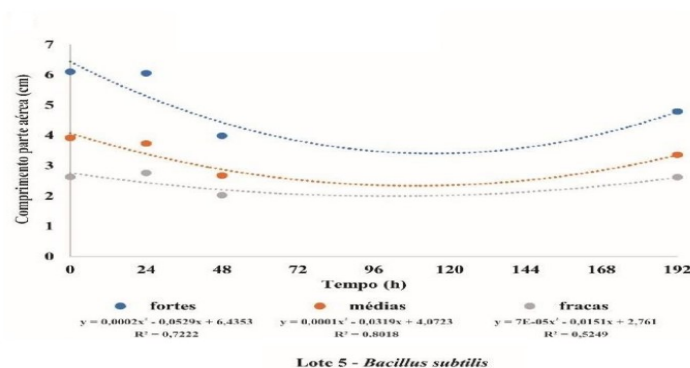


Figura 7. Níveis de vigor: comprimento de parte aérea de plântulas de soja (fortes, médias e fracas) em função de tempo pós-tratamento de sementes e produtos. Ilha Solteira-SP, 2020.

Ao realizar o a inoculação com *T. atroviride* para a avaliação do comprimento de raiz, novamente o lote 4 (cultivar 75177 RSF IPRO) apresentou significância ao tratamento, obtendo regressões lineares para às plântulas fortes e médias (Figura 8), com redução do comprimento conforme a exposição das sementes ao fungo. Porém, em contrapartida para o comprimento de raiz de plântulas fracas, houve ajuste quadrático, com aumento do comprimento até o tempo estimado de 99 horas. Após esse período, houve redução dos valores para o comprimento das raízes.

Alguns efeitos de microrganismos na germinação e no crescimento de cultivares de feijão-caupi também foram observados, esses responderam diferentemente ao tratamento de sementes com os isolados. A inoculação com *T. asperellum* e *B. subtilis* não interferiram no comprimento da parte aérea. Porém, no desenvolvimento de raiz, o cultivar Sempre Verde respondeu positivamente ao tratamento com *Trichoderma asperellum*. Já o tratamento com *B. subtilis* favoreceu o comprimento de raiz do cultivar BRS Vinagre [27].

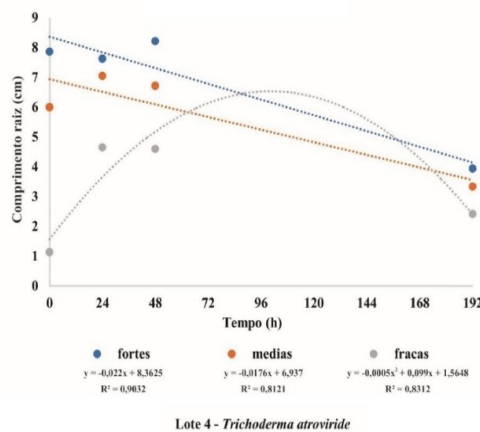


Figura 8. Níveis de vigor: comprimento de raiz de plântulas de soja (fortes, médias e fracas) em função de tempo pós-tratamento de sementes e produtos. Ilha Solteira-SP, 2020.

Contudo, para o presente trabalho, observou-se que as sementes dos cultivares de soja tratadas com os produtos biológicos apresentaram comportamentos relativamente diferentes e negativos em relação ao comprimento das raízes. Segundo [28], a ação do crescimento por ação de agentes biológicos depende das propriedades e mecanismos de ação desses. A promoção do crescimento é específica, podendo sofrer modificações com o substrato, o ambiente, a interferência de outros microrganismos e a disponibilidade de nutrientes.

Além disso, é importante ressaltar que a ação no campo em interação com o ambiente pode levar a diferentes respostas, de forma que a relação pode ser positiva [29], ao avaliar o crescimento inicial do feijoeiro observou melhor desempenho de plântulas tratadas com *B. subtilis* após 12 dias. O tempo de avaliação é outro fator importante, pois a microbiolização de sementes tem sido cada vez mais utilizada, mas é sabido que estes microrganismos precisam de um tempo para se estabelecer no ambiente e ou na planta, assim como ocorre na formação dos nódulos de *Bradyrhizobium*. Depois deste estabelecimento aumenta-se a interação planta-microrganismo.

Alguns estudos relatam que o uso de *Trichoderma* em tratamento de sementes conduzidos através de alguns testes laboratoriais pode ter ação deletéria, no entanto, em casa de vegetação foram observados ganhos em tamanho de plântulas, bem como a massa de parte aérea e de raízes. Ainda em condições adversas como solos pobres em fósforo estes ganhos são

ainda maiores, quando comparado a tratamentos químicos das sementes [30].

As análises de variância evidenciaram interação entre os fatores (lotes x tempo pós-tratamento x produtos) para as avaliações de massa seca de parte aérea e de raiz de plântulas fortes, médias e fracas dos lotes de sementes tratadas submetidas aos tempos de avaliação pós-tratamento (Tabela 4).

Tabela 4. Análise de variância para massa seca de parte aérea de plântulas fortes (MPA.F), massa seca de parte aérea de plântulas médias (MPA.M), massa seca de parte aérea de plântulas fracas (MPA.Fr), massa seca de raiz de plântulas fortes (MRA.F), massa seca de raiz de plântulas médias (MRA.M) e massa seca de raiz de plântulas fracas (MRA.Fr) em função de tempo pós-tratamento de sementes de lotes de soja. Ilha Solteira-SP, 2020.

Tratamentos	MPA.F	MPA.M	MPA.Fr ¹	MRA.F	MRA.M ¹	MRA.Fr ¹
	- mg -					
Lotes (L)	30,76*	29,40*	28,53*	74,62*	95,06*	50,08*
Tempo (T)	51,36*	20,97*	13,81*	36,03*	26,72*	36,37*
Produtos (P)	9,40*	2,94*	3,64*	4,04*	2,11 ^{ns}	6,65*
L x T	23,66*	17,55*	17,51*	11,60*	15,52*	9,25*
L x P	1,69*	1,86*	7,12*	4,67*	7,18*	6,28*
T x P	4,28*	1,96*	4,69*	4,15*	3,20*	4,44*
L x T x P	2,13*	1,95*	6,20*	3,40*	2,80*	3,92*
CV (%)	12,22	14,98	8,96	16,01	6,92	12,84

¹ – Dados transformados por raiz quadrada de $Y + 1.0 - \sqrt{Y + 1.0}$; * – significativo a 5% de probabilidade; ns – não significativo; CV – coeficiente de variação.

As plântulas do lote 1 (cultivar RM 5885 RR) ao serem tratadas com tiametoxam + carboxina + tiram, apresentaram significância ao tratamento com ajuste quadrático para o teor de massa seca de parte aérea para plântulas fortes, médias e fracas, obtendo aumento de massa seca por um período em média de até 5 dias de tratamento. Após esse tempo, há redução dos teores para o cultivar (Figura 9a). No entanto, para amassa seca de raiz do mesmo lote, houve redução no teor para plântulas fortes, médias e fracas, conforme as sementes foram expostas ao tempo de tratamento com o inseticida, sendo mais sensíveis do que a parte aérea (Figura 9b).

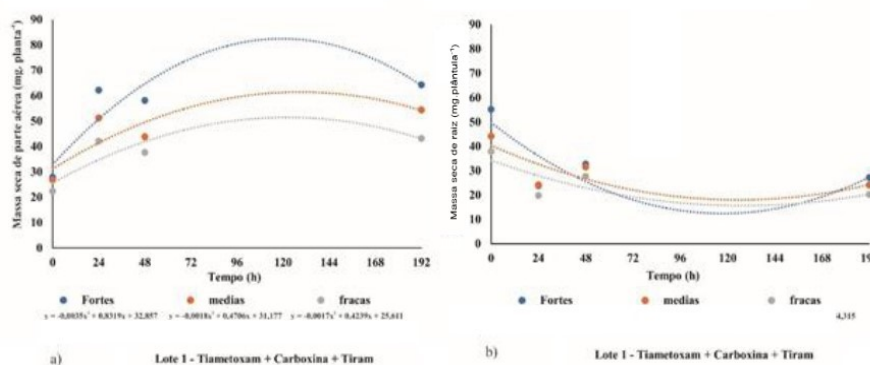


Figura 9. Níveis de vigor: massa seca de parte aérea e raiz de plântulas de soja (fortes, médias e fracas) em função de tempo pós-tratamento de sementes e produtos. Ilha Solteira-SP, 2020.

As reduções nas variáveis como massa seca e comprimento de raiz devem a ação dos diferentes ingredientes ativos que foram usados para o tratamento das sementes, como o

tiametoxan, que, segundo [31] verificaram redução de massa seca de parte aérea e de raiz ao submeterem sementes de soja tratadas à períodos de armazenamento. Entretanto, segundo [32] o tiametoxan pode induzir algumas alterações fisiológicas nas plântulas, como incremento à nutrição mineral, promovendo respostas positivas no desenvolvimento e na produção das plantas, como também, o aumento da síntese de aminoácidos, proteínas e a síntese endógena de hormônios, relacionados ao aumento significativo da produção. No caso, esse aumento corresponde à maior quantidade de massa seca de parte aérea das plântulas de soja.

Analisando-se os lotes 3 e 4 (cultivar 75I77 RSF IPRO) com inoculação de *T. atroviride* (Figura 10) para massa seca de parte aérea de plântulas fortes, médias e fracas, tem-se que o lote 3, apresentou queda no teor de massa seca para as três classes de vigor com o aumento do período de exposição das sementes ao tratamento (Figura 10a). Embora o lote 4 tenha apresentado semelhança em relação ao lote 3, pode-se observar que a massa seca foi maior para esse lote, mesmo ocorrendo redução do teor para ambos os lotes analisados (Figuras 10a;10b).

Estes dados podem ser explicados pelo fato de o *Trichoderma* sp. ser um ser vivo que necessita de nutrição para seu desenvolvimento, de forma que pode estar competindo com a semente pelas reservas nela acumulada, retardando seu desenvolvimento. Como regra geral a colônia de *Trichoderma* sp. demora em torno de 48 horas para ter um bom estabelecimento e desenvolvimento in vitro, no período das primeiras 24 horas sendo hidratado e se adaptando ao meio, após seu estabelecimento este utilizará as reservas que encontrar disponível para se desenvolver, colonizando a semente ou a plântula em formação.

No solo esta competição por nutrientes diminui já que ele atua na quebra da matéria orgânica, e é capaz de degradar a parede celular de outros fungos e utilizar exsudatos das plantas para seu desenvolvimento, o que não ocorre em rolos de papel de germinação.

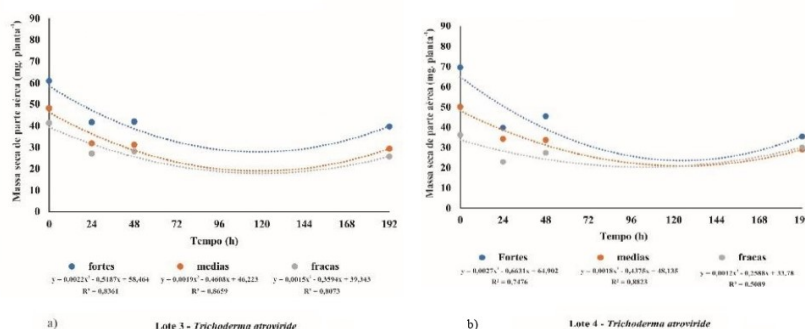


Figura 10. Níveis de vigor: massa seca de parte aérea de plântulas de soja (fortes, médias e fracas) em função de tempo pós-tratamento de sementes e produtos. Ilha Solteira-SP, 2020.

Em relação a massa seca de raiz, o tratamento com *B. subtilis* indicou que os lotes 1 e 2 (cultivar RM 5885 RR) se ajustaram a interação (Figura 11). O lote 1 (Figura 11a) apresentou ajuste

quadrático para a massa de plântulas fortes, médias e fracas até o período médio de até 104 horas de exposição das sementes. O lote 2 foi semelhante em relação ao lote 1, tendo ajuste quadrático para plântulas fortes e médias até o tempo médio de 109 horas pós-tratamento. Para a massa seca de plântulas fracas, obteve-se ajuste linear crescente, conforme aumentou-se o contato das bactérias com as sementes (Figura 11b).

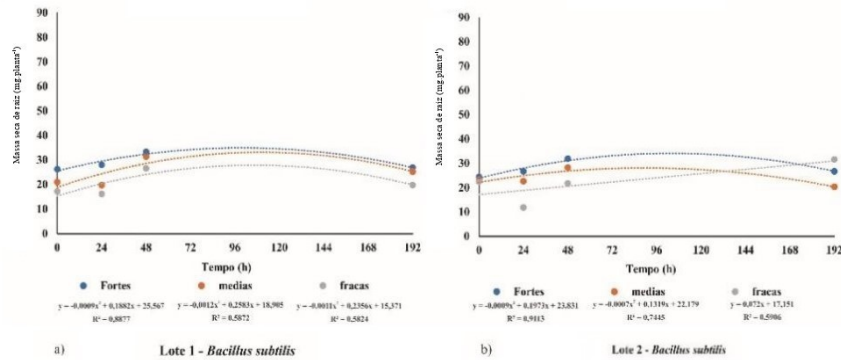


Figura 11. Níveis de vigor: massa seca de raiz de plântulas de soja (fortes, médias e fracas) em função de tempo pós-tratamento de sementes e produtos. Ilha Solteira-SP, 2020.

Segundo [21], ao utilizarem *B. subtilis* em sementes de soja, também observaram que as bactérias auxiliaram no incremento de massa seca de parte aérea e de raiz das plântulas. Ao avaliarem o incremento de biomassa em plantas de soja com a inoculação de *B. subtilis* e *T. asperellum*, [33] verificaram que, após a emergência, todos os tratamentos influenciaram no incremento de massa seca de parte aérea, com melhor desempenho para massa de raiz com o isolado de *Trichoderma asperellum*, se assemelhando aos resultados do presente estudo.

Em concordância, [34] ao inocularem sementes de soja diferentes cultivares, estirpes e doses de *B. subtilis* puderam observar incremento de massa seca tanto de parte aérea quanto de raiz para os cultivares estudados. [35] ao realizarem a microbiolização em sementes de feijão-caupi com alguns organismos de *B. subtilis* sp. e *Trichoderma* sp., também relataram maior massa seca de parte aérea e raiz ao serem aplicados via sementes.

O uso de rizobactérias e fungos promotores de crescimento caracteriza-se como uma importante fonte no tratamento de sementes. Isso se deve às atribuições positivas aos componentes de produção nas diversas culturas estudadas. O acondicionamento de sementes pós-tratamento é uma importante forma de se avaliar a ocorrência de efeitos deletérios ou positivos ao tratar essas por um período pré-semeadura. Isto pode ser uma simulação do que ocorre muitas vezes a campo.

Foi observado que esse período de armazenamento pode influenciar a ação dos produtos nos diferentes genótipos avaliados, sendo importante a realização contínua de pesquisas para o acompanhamento do comportamento destes fatores, proporcionando maior seguridade aos pesquisadores e aos produtores na condução de suas lavouras.



CONCLUSÃO

Tanto o tratamento químico como o biológico pode diminuir o desempenho das sementes na medida em que se atrasa a semeadura após o tratamento de sementes.

De modo geral, a semeadura logo após o tratamento das sementes proporciona os melhores resultados, independente do produto utilizado.

Há pequenas alterações no teor de água das sementes sendo reduzido com o tratamento das sementes.

Lotes mais vigorosos são menos afetados pelo tempo de exposição aos tratamentos e seus efeitos deletérios.

REFERÊNCIAS

- [1] COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**. 2019/2020. Quarto levantamento, janeiro de 2020. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 09 de fevereiro de 2020.
- [2] MARCOS-FILHO, J. Vigor e desempenho de sementes. In: MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina-PR: ABRATES, 2015. Cap. 09, p. 428-432.
- [3] LUDWIG, M. P.; FILHO, O. A. L.; 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**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 395 - 406, 2011.
- [4] DORNELES, G. O.; SILVEIRA, R. G.; GUESSER, V. P.; RADMANN, E. B.; MISSIO, E. Desempenho de sementes de soja submetidas a tratamento com fungicida/inseticida e períodos de armazenamento. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 3, p. 2303-2310, 2019.
- [5] TONIN, R. F. B.; FILHO, O. A. L.; LABBE, L. M. B.; ROSSETTO, M. Potencial fisiológico de sementes de milho híbrido tratadas com inseticidas e armazenadas em duas condições de ambiente. **Scientia Agropecuária**, Trujillo, v. 5, p. 07 – 16, 2014.
- [6] CONCEIÇÃO, G. M.; BARBIERI, AP. P.; LÚCIO, A. D.; MARTIN, T. N.; MERTZ, L. M.; MATTIONI, N. M.; LORENTZ, L. H. Desempenho de plântulas e produtividade de soja submetida a diferentes tratamentos químicos nas sementes. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 6, p. 1711-1720, 2014.
- [7] BEZERRA, G. A.; MACEDO, D. A.; NASCIMENTO, I. O.; SOUSA, T. P.; COSTA, N. B.; SOUSA, L. F. R. A. Uso de *Bacillus* spp. no controle de fitopatógenos em sementes de soja variedade BRS Valiosa RR. **Agroecossistemas**, Pará, v. 5, n. 1, p. 68-73, 2013.
- [8] BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ ACS, 2009. 365 p.
- [9] SÁ, M. E.; OLIVEIRA, S. A.; BERTOLIN, D. C. **Roteiro prático da disciplina de produção e tecnologia de sementes: análise da qualidade de sementes**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011. p. 34.
- [10] NAKAGAWA, J. Testes de Vigor baseados no desempenho das Plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. F. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. v. 2, p. 1-24.
- [11] SMANIOTTO, T. S.; OSVALDO RESENDE, O.; MARÇAL, K. A. F.; OLIVEIRA, D. E. C.; SIMON, G. A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista SAJ Basic Educ Tech Technol** | Rio Branco | v. 9, n.1, p. 134-153, jan-abr. (2022).



Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 18, n.4, p. 446–453, 2014.

[12] ZUFFO, A. M.; ZUFFO JÚNIOR, J. M.; ZAMBIAZZI, E. V.; STEINER, F. Physiological and sanitary quality of soybean seeds harvested at different periods and submitted to storage. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 47, n. 3, p. 312-320, 2017.

[13] NUNES, J. C.; BAUDET, L. Tratamento de sementes industrial. **Revista Cultivar**, Uberlândia, Caderno Técnico, dezembro 2011.

[14] HARRINGTON, J. F. Seed storage and longevity. In: KOSLOWSKI, T. T. - **Seed Biology**. New York, v. 3, p. 145-245, 1972.

[15] ZUCARELI, C.; BRZEZINSKI, C. R.; JULIA ABATI, J.; WERNER, F.; RAMOS JÚNIOR, E. U.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica de sementes de feijão carioca armazenadas em diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 8, p. 803–809, 2015.

[16] SOARES, C. M.; LUDWIG, M. P.; ROTHER, C. M. S.; DECARLI, L. Seed quality and crop performance of soybeans submitted to diferente forms of treatment and seed size. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 41, n.1, p. 069-075, 2019.

[17] FERREIRA, T. F.; CARVALHO, M. V.; FERREIRA, V. F.; MAVAIEIE, D. P. R.; GUIMARÃES, G. C.; OLIVEIRA, J. A. Sanitary quality of soybean seeds treated with fungicides and insecticides before and after storage. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 41, n. 3, p. 293-300, 2019.

[18] CEREZA, T. V.; CARLOS, F. S.; OGOSHI, C.; TOMITA, F. M.; SOARES, G. C.; ULGUIM, A. R. Antagonism between fungicida insecticide treatments and dietholate in irrigated rice seeds. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 41, n.1, p. 013-021, 2019.

[19] PASIN, N. H. **Desempenho no Armazenamento de Sementes de Milho Tratadas com Inseticidas. Pelotas**. UFPel, 2017. 75f. Tese (Doutorado em Ciências e Tecnologia de Sementes). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, 2017.

[20] PICCININ, G. G.; BRACCINI, A. L.; DAN, L. G. M.; BAZO, G. L.; LIMA, L. H. S. Influência do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas. **Ambiência**, Guarapuava, v. 9, n. 2, p. 289 – 298, 2013.

[21] LEMES, E.; ALMEIDA, A.; JAUER, A.; MATTOS, F.; TUNES, L. Tratamento de sementes industrial: potencial de armazenamento de sementes de soja tratadas. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 15, n. 3, p. 94-103, 2019.

[22] MACHADO, A. P.; COSTA, M. J. N. Biocontrole do fitonematoide *Pratylenchus brachyurus* in vitro e na soja em casa de vegetação por *Bacillus subtilis*. **Biociências**, Taubaté, v. 23, n. 1, p. 83-94, 2017.

[23] MANRIQUE, A. E. R.; MAZZUCHELLI, R. C. L.; ARAUJO, A. S. F.; ARAUJO, F. F. Conditioning and coating of *Urochloa brizantha* seeds associated with inoculation of *Bacillus subtilis*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 49, e.55536, 2019.

[24] DAN, L. G. M.; DAN, H. A.; BARROSO, A. L. L.; BRACCINI, A. L. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 32, n. 2 p. 131-139, 2010.

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



- [26] ARAÚJO, F. F.; HUNGRIA, M. Nodulação e rendimento de soja co-infectada com *Bacillus subtilis* e *Bradyrhizobium japonicum*/ *Bradyrhizobium elkanii*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 9, 1999.
- [27] ROCHA, W. S.; SAKAI, T. R.; SOUZA, D. L. A.; CHAGAS-JÚNIOR, A.; SANTOS, M. M. Efeito da microbiolização na germinação e crescimento inicial de feijão caupi no Estado do Tocantins. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 11, n. 6, p. 41-47, 2017.
- [28] MELO, I. S. Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L., (Ed). Controle biológico. Jaguaruina: Embrapa, v.1, p.17-60, 1998.
- [29] OLIVEIRA, G. R. F.; SILVA, M. S.; MARCIANO, T. Y. F.; PROENÇA, S. L.; SÁ, M. E. Crescimento inicial do feijoeiro em função do vigor de sementes e inoculação com *Bacillus subtilis*. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, Ilha Solteira, v. 10, n. 4, p. 439-448, 2016.
- [30] JUNGES, E.; BASTOS, B. O; TOEBE, M.; MULLER, J.; PEDROSO, D. C.; MUNIZ, M. F. B. Restrição hídrica e peliculização na microbiolização de sementes de milho com *Trichoderma* spp. **Comunicata Scientiae**, Piauí, v.5. n.1. P. 18-25, 2014.
- [31] LUDWIG, M. P.; OLIVEIRA, S.; AVELAR, S. A. G.; LUCCA FILHO, O. A.; CRIZEL, R. L. Armazenamento de sementes de soja tratadas e seu efeito no desempenho de plântulas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 9, n. 1, p. 51-56, 2015.
- [32] CARVALHO, N. L.; PERLIN, R. S.; COSTA, E. C. Thiametoxam em tratamento de sementes. **Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 2, n. 2, p. 158 – 175, 2011.
- [33] CHAGAS, L. F. B.; MARTINS, A. L. L.; CARVALHO FILHO, M. R.; MILLER, L. O.; OLIVEIRA, J. C.; CHAGAS JUNIOR, A. F. *Bacillus subtilis* e *Trichoderma* sp. no incremento da biomassa em plantas de soja, feijão-caupi, milho e arroz. **Agri-Environmental Sciences**, Palmas, v. 3, n.2, 2017.
- [34] COSTA, L. C.; TAVANTI, R. F. R.; TAVANTI, T. R.; PEREIRA, C. S. Desenvolvimento de cultivares de soja após inoculação de estirpes de *Bacillus subtilis*. **Nativa**, Sinop, v. 7, n. 2, p. 126-132, 2019.
- [35] SÁ, M. N. F.; LIMA, J. S.; JESUS, F. N.; PEREZ, J. O. Microbiolização na qualidade de sementes e crescimento inicial de plantas de *Vigna unguiculata* L. Walp. **Acta Brasiliensis**, Paraíba, v. 3, n. 3, p. 111-115, 2019.