

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

FLÁVIA MENDES DOS SANTOS LOURENÇO

**DESEMPENHO DE SEMENTES DE SOJA: TEMPO PÓS-
TRATAMENTO, PRODUTOS E GENÓTIPOS**

Ilha Solteira
2021

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA (SISTEMAS
DE PRODUÇÃO)**

FLÁVIA MENDES DOS SANTOS LOURENÇO

**DESEMPENHO DE SEMENTES DE SOJA: TEMPO PÓS-
TRATAMENTO, PRODUTOS E GENÓTIPOS**

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de
Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos
para obtenção do título de doutor em Agronomia.
Especialidade: Sistemas de Produção.

Marco Eustáquio de Sá
Orientador

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

L892d Lourenço, Flávia Mendes dos Santos.
Desempenho de sementes de soja: tempo pós-tratamento, produtos e
genotipos / Flávia Mendes dos Santos Lourenço. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2021
96 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia
de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Sistemas de Produção, 2021

Orientador: Marco Eustáquio de Sá
Inclui bibliografia

1. Tratamento pré-semeadura. 2. Tempo de exposição. 3. Qualidade
fisiológica.


Raiane da Silva Santos

Supervisora Técnica de Seção
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação
Divisão Técnica de Biblioteca e Documentação
CBB-9999



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

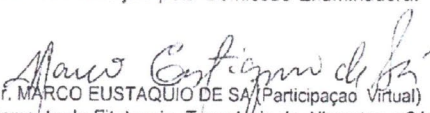
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

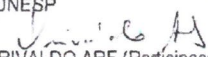
TÍTULO DA TESE: Desempenho fisiológico de sementes de soja, tempo pós tratamento químico ou biológico, produtos e genótipos

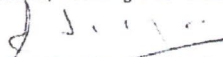
AUTORA: FLÁVIA MENDES DOS SANTOS LOURENÇO

ORIENTADOR: MARCO EUSTAQUIO DE SA

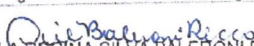
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA, área: Sistemas de Produção pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA (Participação Virtual)
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP


Prof. Dr. ORIVALDO ARF (Participação Virtual)
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP


Prof. Dr. EDSON LAZARINI (Participação Virtual)
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP


Profa. Dra. TATIANE DE OLIVEIRA PEREIRA E OLIVEIRA (Participação Virtual)
Departamento de Agronomia / Faculdades Integradas de Três Lagoas - AEMS


Profa. Dra. CAMILA REGINA SILVA BALERONI RECCO (Participação Virtual)
Departamento de Agronomia / Fundação Educacional de Andradina - FEA

Ilha Solteira, 12 de junho de 2021

DEDICATÓRIA

Ao senhor meu Deus, que me mantém persistente nessa jornada da vida.

Aos meus pais Marcos e Cleonice, pelo amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus e a Nossa Senhora, pelo dom da vida, e por não deixar faltar fé nos momentos mais difíceis de minha caminhada.

Aos meus pais Marcos Antônio e Cleonice, as minhas avós Maria José e Maria Josefa, minhas “Marias”, a minha tia e madrinha Adelice, ao meu tio Getúlio, aos meus tios Sebastião e Neuza, as minhas tias e aos demais familiares, pela compreensão nos momentos difíceis, pela paciência, amor e apoio na realização dos meus sonhos.

Ao professor orientador Dr. Marco Eustáquio de Sá, pela paciência, orientação, amizade e empenho em meu aprendizado. Fortalecendo minha caminhada, com muito ânimo e muita fé! Ao senhor, minha eterna Gratidão!

Aos amigos que fiz durante a minha trajetória, pela dedicação em me ajudar no decorrer dos experimentos, mesmo aos finais de semana, com sol, chuva e com tanto trabalho a ser realizado!

Aos amigos de vida, pelo suporte e carinho na realização dos meus objetivos.

A todos os professores e funcionários da universidade, que me ajudaram durante todos os períodos de estudo e pesquisa.

A todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram para o meu aprendizado.

A Universidade Estadual Paulista - “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, câmpus de Ilha Solteira- SP, por ter me proporcionado conhecimentos necessários para construir a tão sonhada carreira acadêmica, o doutorado.

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001”.

GRATIDÃO.

“Quando alguém julgar seu caminho, empresta-lhe seus sapatos”.

Fabiola Simões.

RESUMO

Devido aos resultados das últimas safras, as condições de mercado atrativas ao comércio de grãos, e a procura por atender o consumo de alimentos no mundo principalmente como fonte de fabricação de ração e a produção de óleo, a cultura da soja mantém-se necessariamente em crescimento e expansão. A eficiência na produção de sementes e a obtenção de uma lavoura de soja com adequado estande de plantas, além de seus componentes de produtividade, depende da utilização correta de práticas agronômicas, como o tratamento de sementes, o qual 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. Assim, objetivou-se estudar as alterações na qualidade fisiológica de sementes e nos componentes de produtividade de sementes de soja, quando 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 acondicionamento das sementes, tratadas por 0, 24, 48 e 192 horas. Os experimentos foram conduzidos na Universidade Estadual Paulista, “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Ilha Solteira-SP. O delineamento experimental foi realizado de acordo com cada experimento, sendo para o experimento em laboratório utilizando-se 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. Para o experimento em campo, foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, num esquema fatorial 8 x 4 x 4 obtido da combinação de (8) lotes x (4) tratamentos químicos e biológicos x (4) tempos pós-tratamento, com quatro repetições para cada lote. 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. Há reduções no desempenho das plantas de soja em função do tempo de semeadura pós-tratamento das sementes, com redução no número de vagens por planta, número de sementes por vagem e massa de 100 sementes, com intensa variação em função do cultivar e do produto utilizado.

Palavras-chave: tratamento pré-semeadura; tempo de exposição; qualidade fisiológica.

ABSTRACT

Due to the results of the last harvests, the attractive market conditions for the grain trade, and the demand to meet the consumption of food in the world, mainly as a source of feed and oil production, the soybean crop necessarily remains in growth and expansion. The efficiency in seed production and the acquisition of a soybean crop with an adequate plant stand, in addition to its productivity components, depends on the correct use of agronomic practices, such as seed treatment, which aims at the initial protection of seeds in the field after sowing, or during their storage period, by the application of products, whether chemical, biological or additive, without any change in their viability and vigor, seeking their maximum performance capacity. Thus, the objective was to study the changes in the physiological quality of seeds and in the productivity components of soybean seeds, when submitted to the treatment of pyraclostrobin + thiophanate-methyl + fipronil and thiamethoxam + carboxin + tiram; besides the biological products *Bacillus subtilis* and *Trichoderma atroviride* in periods after the application of the products and the conditioning of the seeds, treated for 0, 24, 48 and 192 hours. The experiments were conducted at Universidade Estadual Paulista, “Júlio de Mesquita Filho”, campus of Ilha Solteira-SP. The experimental design was carried out according to each experiment, and for the laboratory experiment the completely randomized design was used, in a 6 x 4 x 4 factorial scheme obtained from the combination of (6) lots x (4) chemical and biological treatments x (4) post-treatment times, with four repetitions for each batch. For the field experiment, a randomized block design was used, in a factorial scheme 8 x 4 x 4 obtained from the combination of (8) batches x (4) chemical and biological treatments x (4) post-treatment times, with four repetitions for each batch. Both chemical and biological treatment can decrease seed performance as sowing is delayed after seed treatment. There are reductions in the performance of soybean plants as a function of sowing time after seed treatment, with a reduction in the number of pods per plant, number of seeds per pod and mass of 100 seeds, with intense variation depending on the cultivar and product used.

Keywords: pre-sowing treatment; exposure time; physiological quality.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1	CULTURA DA SOJA.....	13
2.2	TRATAMENTO DE SEMENTES.....	14
2.3	ARMAZENAMENTO.....	16
2.4	INFESTAÇÃO E INFECCÃO	18
2.5	TEMPO DE SEMEADURA PÓS- TRATAMENTO.....	19
	REFERÊNCIAS.....	21
3	CAPÍTULO 1 - DESEMPENHO E VIGOR DE PLÂNTULAS EM PERÍODO PÓS-TRATAMENTO QUÍMICO E BIOLÓGICO DE SEMENTES DE SOJA.....	25
3.1	INTRODUÇÃO	27
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
3.4	CONCLUSÃO.....	49
	REFERÊNCIAS.....	50
4	CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO DE SEMENTES DE SOJA EM CAMPO EM FUNÇÃO DO TEMPO DE PÓS – TRATAMENTO.....	53
4.1	INTRODUÇÃO	55
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	56
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
4.4	CONCLUSÃO.....	76
	REFERÊNCIAS.....	77
	APÊNDICE A - Índice de clorofila e produtividade (Correlação de Person)	81

APÊNDICE B – Teor de nitrogênio e produtividade (Correlação de Person)	82
APÊNDICE C - Produtividade e massa de 100 sementes	
(Correlação de Person)	83
APÊNDICE D – Fotos.....	84
APÊNDICE E – Fotos.....	85
APÊNDICE F – Fotos.....	86
APÊNDICE G – Fotos.....	87
APÊNDICE H – Fotos.....	88
APÊNDICE I – Fotos.....	89
APÊNDICE J – Fotos.....	90
APÊNDICE K – Fotos.....	91
APÊNDICE L– Fotos.....	92
APÊNDICE M – Fotos.....	93
APÊNDICE N – Fotos.....	94
APÊNDICE O – Fotos.....	95

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das mais importantes do mundo, sendo o Brasil o segundo maior exportador mundial desta leguminosa, atrás apenas dos Estados Unidos da América. Devido aos resultados das últimas safras, as condições de mercado atrativas ao comércio de grãos, e a procura por atender o consumo de alimentos no mundo principalmente como fonte de fabricação de ração e a produção de óleo, a cultura da soja mantém-se necessariamente em crescimento e expansão. Na safra de grãos atual 2020/21 aumentou-se a área cultivada de soja, atingindo 38,2 milhões de hectares semeados, com volume de grãos estimados em 134,95 milhões de toneladas, e produtividade em torno de 3.528 kg/ha, o que significa um aumento de 8,1% em relação à safra anterior (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2020).

A eficiência na produção de sementes e a obtenção de uma lavoura de soja com adequado estande de plantas, além de seus componentes de produtividade, depende da utilização correta de práticas agronômicas, como o tratamento de sementes, o qual visa a melhoria e a manutenção de sua qualidade principalmente nos períodos iniciais de seu ciclo (CUNHA *et al.*, 2015). Além disso, o ataque de patógenos a sementes de soja podem levar a perda da sua qualidade fisiológica, com prejuízos no rendimento e na qualidade das sementes obtidas do campo. A garantia da obtenção de plantas mais saudáveis e produtivas, vem com a utilização adequada principalmente do tratamento de sementes (MERTZ; HENNING; ZIMMER, 2009).

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 (MARCOS FILHO, 2015).

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 (LUDWIG *et al.*, 2011). 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 (DORNELES *et al.*, 2019).

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 (TONIN *et al.*, 2014). No entanto, a maioria das pesquisas estão voltadas para a aplicação de produtos químicos nas sementes e as consequências nos rendimentos produtivos das culturas, pois alguns desses produtos, além de proteger as sementes contra pragas e doenças, podem conferir alguns efeitos fisiológicos, como o crescimento, desenvolvimento e ganhos de produtividade (DAN *et al.*, 2012; GOMES *et al.*, 2017; SANTOS *et al.*, 2019; FERRAZZA *et al.*, 2020).

Assim, a demanda por novas alternativas menos agressivas ao meio ambiente, também devem ser estudadas e colocadas cada vez mais em prática, como o uso de microrganismos a base de *Bacillus subtilis* e *Trichoderma* no tratamento de sementes, com consequências nos rendimentos e na qualidade fisiológica dos diversos genótipos de soja. Esses microrganismos podem proporcionar o crescimento e o desenvolvimento das plantas pelo controle de patógenos, além, de serem capazes de solubilizar fosfato, levando ao aumento da disponibilidade deste nutriente para as plantas (CHAGAS *et al.*, 2016; CHAGAS JUNIOR *et al.*, 2019; DIAZ; BARON; RIGOBELLO, 2019), contribuindo para uma melhor nutrição durante o ciclo da cultura, com aumentos significativos de produção.

Embora, os benefícios do tratamento de sementes com produtos biológicos sejam uma prática alternativa em relação aos produtos químicos, as condições do ambiente e a microbiota do solo, são fatores críticos para o desenvolvimento e o estabelecimento dos microrganismos nas plantas, o que pode tornar mais variável o crescimento e o controle de patógenos quando comparados aos produtos químicos (CHAGAS JUNIOR *et al.*, 2019).

Além das condições do clima e do solo interferirem na qualidade do produto fitossanitário aplicado as sementes, o tempo de exposição dessas ao tratamento pode contribuir para a redução nos componentes de produção e a produtividade das culturas, como também, na qualidade final das sementes. Poucos trabalhos na literatura evidenciam a interferência do tempo de tratamento de sementes armazenadas e as variações de comportamento dos genótipos sobre os componentes de produtividade tratados com produtos químicos (PEREIRA *et al.*, 2010; BRZEZINSKI *et al.*, 2015) e com produtos biológicos.

Assim, objetivou-se estudar as alterações na qualidade fisiológica de sementes e nos componentes de produtividade de sementes de soja, quando submetidas ao tratamento com produtos químicos e biológicos em períodos após a aplicação dos produtos e o acondicionamento das sementes, tratadas por 0, 24, 48 e 192 horas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTURA DA SOJA

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) planta originária da região denominada Manchúria, que fica no nordeste da China, e desenvolvida ao longo do rio Yangtse. Foi trazida para a Europa no século XVII, durante o período das grandes navegações, onde permaneceu por mais de 200 anos apenas como uma curiosidade botânica, nos jardins botânicos das cortes europeias. As primeiras citações do grão aparecem no período entre 2.883 e 2.838 A.C, quando a soja era considerada um grão sagrado, ao lado do arroz, do trigo, da cevada e do milheto. Um dos primeiros registros do grão está no livro "Pen Tsao Kong Mu", que descrevia as plantas da China ao Imperador Sheng-Nung (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2017).

A primeira referência sobre soja no Brasil foi em torno de 1882, na Bahia, em relato de Gustavo Dutra. Os cultivares introduzidos dos Estados Unidos não tiveram boa adaptação na região do estado da Bahia (latitude em torno de 12 graus sul). Entretanto, em 1891, novas cultivares foram introduzidas na região em torno de Campinas – SP (latitude 22 graus sul), apresentando melhor desempenho. Os cultivares mais específicos para consumo humano foram trazidos pelos primeiros imigrantes japoneses em 1908. Entretanto, oficialmente, a cultura foi introduzida no Brasil no estado do Rio Grande do Sul em 1914 na chamada região pioneira de Santa Rosa, onde foram iniciados os primeiros cultivos comerciais a partir de 1924 (EMBRAPA, 2017).

A expansão da cultura da soja no país, começou nos anos de 1970, estabelecendo-se como principal produto do agronegócio nacional, com ampliação da indústria de óleo, mediada pelo desenvolvimento de tecnologias e pesquisas e principalmente pela demanda internacional pelo grão. Inicialmente, a região sul foi produtora majoritária, porém, atualmente, a região do Cerrado estabeleceu-se como maior produtora do país, sendo o estado do Mato Grosso o maior produtor nacional. Um dos importantes agentes do dinamismo e evolução da sojicultura brasileira, foi a implantação de programas de melhoramento da cultura pela a Embrapa, que tem desenvolvido novas cultivares, adaptadas às condições edafoclimáticas das regiões brasileiras (ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA E MILHO DE ESTADO DE MATO GROSSO – APROSOJA, 2014).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, perdendo para os Estados Unidos da América. Devido aos resultados das últimas safras, as condições de mercado atrativas ao

comércio de grãos, e a procura por atender o consumo de alimentos no mundo principalmente como fonte de fabricação de ração e a produção de óleo, a cultura da soja mantém-se necessariamente em crescimento e expansão. Na safra de grãos atual 2020/21 aumentou-se a área cultivada de soja, atingindo 38,2 milhões de hectares semeados, com volume de grãos estimados em 134,95 milhões de toneladas, e produtividade em torno de 3.528 kg/ha, o que significa um aumento de 8,1% em relação à safra anterior (CONAB, 2020).

Assim, sendo umas das principais culturas comerciais do país, a busca por sementes de soja de alta qualidade se torna permanente. Contudo, mesmo utilizando sementes de alto padrão tecnológico, condições adversas do ambiente, como exemplo, a seca e ou o excesso de umidade durante a germinação e emergência, podem prejudicar o seu desempenho, assim, o tratamento de sementes de soja, se torna de vital importância para que se obtenha padrões adequados, condição esta, essencial para atingir níveis de produtividades desejáveis.

2.2 TRATAMENTO DE SEMENTES

Noventa por cento das culturas destinadas à produção de alimentos no mundo estão sujeitas ao ataque de doenças, sendo que a maior parte dos agentes causais transmitidos são via sementes. A semente é o vetor mais eficiente na disseminação de patógenos devido às suas características intrínsecas (lipídeos, proteínas e carboidratos), uma vez que o patógeno associado a ela tem maior chance de provocar doença na planta em desenvolvimento e se espalhar para outras plantas saudáveis, iniciando assim uma epidemia. A eficiência da semente como vetor independe da distância, sendo que os patógenos podem permanecer viáveis por longos períodos de tempo, mantendo sua viabilidade inalterada (PARISI; MEDINA, 2013).

O tratamento de sementes é um método que tem por objetivo assegurar a sanidade das sementes, através da aplicação de produtos químicos, principalmente para o controle de fungos associados às sementes ou presentes no solo, durante o armazenamento dessas, e o controle de insetos pragas, que podem reduzir o estande inicial (germinação e emergência de plântulas) da cultura comercializada (HENNING; ABATI; BRZEZINSKI, 2013).

Outros conceitos sobre o tratamento de sementes são subentendidos como a aplicação de produtos, químicos, biológicos e agentes físicos diretamente às sementes de maneira isolada ou combinada, ou ainda, o manejo das sementes por meio de processos que possibilitam a melhoria ou garantia do seu real valor cultural para fins comerciais. Sendo dividido em tratamento sanitário, o qual visa o controle de pragas e doenças, e o tratamento funcional, cuja finalidade é garantir o desenvolvimento das sementes, por produtos ou processos que não apresentam

propriedades biocidas (polímeros, fitohormônios, corantes, ou seed priming) (MACHADO *et al.*, 2006).

É importante esclarecer que o tratamento de sementes não visa o aumento da viabilidade das sementes, e sim que elas possam expressar seu máximo potencial de desempenho. Se a baixa germinação for causada por danos mecânicos, os químicos não demonstrarão qualquer efeito. Entretanto, se a baixa germinação ou emergência for causada por fungos patogênicos associados as sementes, o tratamento proporcionará incrementos nesses parâmetros (GOULART, 1997). O uso de defensivos agrícolas no tratamento de sementes confere à planta condições de defesa, o que possibilita maior potencial para o desenvolvimento inicial da cultura. (CASTRO *et al.*, 2008).

A qualidade das sementes é primordial para estabelecimento de lavouras com alto potencial produtivo. Entretanto, condições climáticas adversas podem comprometer o desenvolvimento inicial da cultura. Assim, em situações climáticas desfavoráveis à germinação e a emergência de plântulas, como a baixa disponibilidade de água no solo, o tratamento de sementes com fungicidas é uma prática essencial para assegurar estande adequado, além de reduzir a possibilidade de introdução de patógenos em áreas sem incidências (GOULART, 1997)

Segundo Mayer; Poljakoff (1975), Bewley; Black (1978) e Henning (2014), a semente de soja precisa de 55% de seu peso em água para germinar. Assim, a proteção que o tratamento com os fungicidas de contato e sistêmico assegura a semente, em casos de déficit hídrico, garante que se a semente não atingir 55% de umidade ela pode não germinar, porém, ela resiste, não deteriora e quando houver umidade suficiente, ela inicia a germinação. Na falta da proteção dos químicos, a semente fica exposta aos fungos presentes no solo e consequentemente se deteriora.

A alta umidade relativa do ar, associada com elevadas temperaturas, nas fases de maturação, colheita e armazenamento, também pode afetar a qualidade das sementes, que podem ser deterioradas, através da ação de fungos de campo e de armazenamento (ZORATO; HENNING, 2001). Na cultura da soja, é comum a realização do tratamento de sementes nos momentos que antecedem a semeadura. Porém, devido às condições climáticas adversas, em muitos casos, as sementes tratadas precisam ser armazenadas por um período de tempo, até que as condições se tornem favoráveis para a semeadura. Na maioria dos casos, o ambiente de armazenamento não atende às condições ideais de armazenagem, ou seja, as sementes tratadas são expostas eventualmente a altas temperaturas e elevada umidade relativa do ar, comprometendo seu desempenho fisiológico (DAN *et al.*, 2011).

Além dos fungos patogênicos, as pragas de solo também podem causar falhas na lavoura, pelo fato de se alimentarem de sementes, raízes e da parte aérea das plantas (BAUDET; PESKE, 2007). Para a maioria dessas pragas, o tratamento de sementes desempenha papel inicial na proteção das sementes e das plântulas, reduzindo o dano causado por elas (BALARDIN *et al.*, 2011). Como na maioria das culturas a homogeneidade de distribuição das plantas é um fator importante, a produção destas podem ser comprometidas ao sofrerem ataques de pragas durante a germinação e emergência das plântulas (CASTRO, 2005). O tratamento de sementes é uma ferramenta estratégica para o controle de pragas iniciais, as quais limitam a produtividade da lavoura e reduzem de forma significativa a população inicial de plantas (CARVALHO; PERLIN; COSTA, 2011).

No Brasil a tecnologia de tratamento de sementes de soja apresentou muitos avanços. Praticamente 100% das sementes são tratadas com fungicidas, 30% com inseticidas, 50% com micronutrientes e produtos de recobrimento à base de polímeros que asseguram cobertura e aderência uniformes às sementes (BAUDET; PESKE, 2006). A utilização de fungicidas e inseticidas via tratamento de sementes representa aproximadamente 7,6% do mercado de agroquímicos no país, representando um custo inferior em relação ao grande potencial de retorno do investimento (HENNING; ABATI; BRZEZINSKI, 2013). O tratamento de sementes é, provavelmente, a medida mais antiga, e possivelmente umas das mais seguras que propicia os melhores êxitos no controle das doenças de plantas disseminadas pelas sementes (PARISI; MEDINA, 2013).

2.3 ARMAZENAMENTO

As condições climáticas adversas, e as produções em larga escala de sementes, fazem-se necessárias medidas de controle referentes a conservação dessas, por determinados períodos de tempos e em condições de armazenamento, até que as situações sejam favoráveis a comercialização e a semeadura. Nesse sentido a pesquisa vem se desenvolvendo para avaliar a qualidade fisiológica das sementes, quando submetidas a diversos produtos químicos por períodos de armazenamento.

Durante o armazenamento sob condições não controladas, as sementes estão expostas a oscilações de temperatura e umidade relativa do ar, ao ataque de pragas e fungos de armazenamento, o que pode contribuir para a redução da qualidade das mesmas (LUDWIG *et al.*, 2011). Em determinados lugares, o ambiente de armazenamento não atende às condições ideais de armazenagem, as sementes tratadas são armazenadas em ambientes naturais, expostas

eventualmente a altas temperaturas e elevada umidade, podendo assim comprometer seu desempenho fisiológico, pelo aumento do processo de deterioração (DAN *et al.*, 2011). A longevidade das sementes é variável de acordo com o genótipo, mas o período de conservação do potencial fisiológico depende, em sua maioria, do teor de água e das condições do ambiente de armazenamento (MARCOS FILHO, 2015). Portanto, o cuidado com o local de armazenagem, umidade do ambiente, a qualidade física e os princípios ativos dos produtos químicos utilizados no tratamento das sementes, é de grande relevância para o estabelecimento da qualidade fisiológica dessas, durante e após os períodos estabelecidos de armazenamento.

As aplicações de produtos químicos às sementes podem aumentar os riscos de deterioração da qualidade fisiológica dessas. Por outro lado, são notórias as vantagens de se utilizar uma semente protegida, como veículo de transporte de tecnologia, além do combate contra agentes biológicos externos como fungos patogênicos e insetos pragas (TONIN *et al.*, 2014). O ataque de patógenos a sementes de soja pode ser considerado como uma das maiores causas que levam à perda da qualidade fisiológica das sementes, levando a redução na germinação e o desenvolvimento de plântulas no campo (MERTZ *et al.*, 2009). Na soja, os fungos patogênicos associados as sementes que se destacam são: *Phomopsis* spp.; *Colletotrichum truncatum*; *Sclerotinia sclerotiorum*; *Fusarium* spp.; *Penicillium* sp. e *Aspergillus flavus*, sendo os dois últimos fungos de armazenamento.

Alguns trabalhos são encontrados na literatura mostrando a eficiência do tratamento de sementes armazenadas e a redução de fungos de armazenamento, seja essas tratadas com produtos químicos ou naturais. Alves *et al.* (2015), ao trabalharem com sementes de soja, armazenadas e tratadas com extrato de óleo vegetal observaram eficiência em controlar o fungo *Aspergillus flavus*, aos 60 dias de armazenamento. Já Ludwig *et al.* (2011), ao avaliarem a qualidade de sementes de soja armazenadas e tratadas com fungicidas, inseticidas e polímeros, observaram, que a germinação das sementes foi afetada ao utilizarem o fungicida, porém a sua eficácia em relação aos fungos foi positiva, tendo redução na incidência de fungos como *Fusarium* spp.; *Colletotrichum* sp.; *Phomopsis* sp.; *Alternaria* spp. e *Cercospora* sp.

Com relação ao armazenamento Almeida *et al.* (2014), ao realizarem o tratamento químico de sementes de soja com fungicidas e biorreguladores, observaram que os tratamentos com os produtos testados, aumentaram e mantiveram a emergência a campo das sementes por até 90 dias. Entretanto, Dan *et al.* (2010), ao trabalharem com o armazenamento de sementes de soja tratadas com inseticidas, observaram que a redução da qualidade fisiológica das sementes condicionada pelos inseticidas, intensificou com o prolongamento do período de armazenamento das sementes tratadas, sendo recomendado o tratamento químico das sementes

próximo ao momento da semeadura. Portanto, estudos devem ser intensificados, na avaliação da qualidade fisiológica de sementes tratadas e armazenadas, podendo assim, garantir a eficiência das sementes em campo após períodos estabelecidos.

2.4 INFESTAÇÃO E INFECCÃO

Os danos causados pela associação de patógenos com sementes englobam uma série de consequências que podem levar a danos intoleráveis e irreversíveis, devido ao fato de as sementes serem meios potenciais de transmissão de vários fungos, bactérias, vírus e nematoides, podendo ser dispersos a longas distâncias e introduzidos em novas áreas de cultivo. Ainda, um pequeno número de espécies de microrganismos, mais comumente espécies dos gêneros *Penicillium* e *Aspergillus*, podem estar associados às sementes durante o armazenamento, vindo a causar sua deterioração durante o processo (PEREIRA *et al.*, 2015). Além dos fungos de armazenamento, as sementes podem ser associadas a fungos de campo, comprometendo o desenvolvimento da lavoura.

A maioria dos patógenos sobrevivem e se disseminam através das sementes, em geral, os fungos constituem os mais numerosos e importantes grupos de fitopatógenos associados às essas, seguidos por bactérias, vírus, e alguns nematoides. Estes fitopatógenos causam em campo danos, como abortos de flores e sementes, deformações, apodrecimentos, manchas necróticas e descolorações, que ocasionam perda da qualidade germinativa das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Durante o armazenamento os danos são variados, originando perdas significativas quanto ao valor cultural e nutricional das sementes armazenadas. Os principais danos associados, são a queda da germinação, descoloração das sementes e a produção de toxinas, as quais podem ser letais ao homem e aos animais.

A transmissão é a passagem ou o retorno do fitopatógeno, infectando o interior das sementes, para órgãos aéreos fotossintetizantes. Esse processo garante a continuidade do ciclo inicial vicioso dos patógenos, assegurando-lhes fonte nutricional necessária para seu crescimento e esporulação (REIS; ZOLDAN; GERMANO, 2004). Os mecanismos de transmissão utilizados pelos patógenos são variados e podem ser classificados de acordo com sua localização na semente, aderido à superfície ou localizado no interior da semente, com o desenvolvimento do patógeno durante o crescimento da planta. O termo infestação é utilizado para caracterizar a presença do patógeno misturado (escleródio; galhas) ou aderido à superfície das sementes. Já o termo infecção indica que o patógeno está localizado no interior da semente (cotilédones; embrião). Alguns fitopatógenos no interior das sementes podem produzir

infecções sistêmicas na planta, enquanto que outros podem produzir infecções localizadas em folhas, pecíolos, hastes e vagens. Quando uma semente infestada germina e produz uma nova planta, essa poderá apresentar uma infecção sistêmica ou uma infecção local (AGROLINK, 2016).

Certos patógenos provocam perdas em nível de campo, restringindo seus efeitos à redução de rendimento sem, no entanto, afetar a viabilidade das sementes. Entretanto, outros patógenos se caracterizam por, além de provocar reduções de rendimento, concentrar seus efeitos danosos sobre a semente, como a perda de germinação e vigor (AGROLINK, 2016). A constatação da presença de microrganismos, mesmo patogênicos, na semente, não é suficiente para garantir que ele irá infectar a planta proveniente dessa semente, pois são vários os fatores que interferem na transmissão, como a quantidade do inoculo, microrganismos do solo e da própria semente, fatores físicos e químicos do solo, condições climáticas e o período de sobrevivência do patógeno na semente. Assim, associação patógeno-semente indica um meio potencial de transmissão e um possível estabelecimento da doença no campo (MARINO *et al.*, 2008).

A qualidade sanitária de sementes é obtida por meio da ação conjunta de uma série de fatores controláveis e não controláveis, que ocorrem durante todo o processo de produção das sementes (PEREIRA *et al.*, 2015). Em todas as etapas, o conhecimento dos mecanismos de transmissão e de dispersão de patógenos por sementes é requisito primordial para o controle das doenças. O uso de sementes de qualidade e dentro dos padrões sanitários está entre as melhores estratégias para diminuir a disseminação de patógenos associados a elas, e melhores condições de desenvolvimento sanitário das lavouras, com foco em altas produtividades (VENTUROSO *et al.*, 2015).

2.5 TEMPO DE SEMEADURA PÓS-TRATAMENTO

Na literatura há variações em relação ao tempo de semeadura pós-tratamento de sementes e uma grande variação nos princípios ativos utilizados para a realização do mesmo. O tempo pode variar em função das condições de distribuição de sementes já tratadas industrialmente, das que serão tratadas nas propriedades, ou ainda das que estão nas propriedades armazenadas e serão tratadas, todas essas estão sujeitas as adversidades climáticas que antecedem a semeadura, ao tamanho da área a ser cultivada e do tempo de realização das semeaduras, condicionadas pela quantidade e capacidade dos maquinários disponíveis. Durante

esse período as sementes tratadas precisam esperar o momento adequado para a semeadura, estando sujeitas as condições do armazenamento, a ação dos produtos utilizados no tratamento e suas doses, aos danos mecânicos obtidos durante o manejo e dos microrganismos patogênicos, que condicionam o desempenho das sementes no campo.

Alguns trabalhos citados na literatura referentes ao tempo de semeadura pós-tratamento das sementes e suas consequências, mostram a ação de diferentes produtos. Ao estudarem o desempenho de sementes de soja tratadas com sete tipos de inseticidas e submetidas a quatro períodos de armazenamento (0, 3, 5 e 7 dias após o tratamento), Dan *et al.* (2011) concluíram que o tratamento de sementes de soja cultivar M-SOY 6101, com os inseticidas thiamethoxam e fipronil promovem adequados níveis de germinação e vigor, durante o período de 7 dias de armazenamento, entretanto, outros inseticidas como acefato, imidacloprid e imidacloprid + thiodicarb, foram prejudiciais a qualidade fisiológica das sementes até 7 dias de armazenamento. Almeida *et al.* (2014), avaliando os efeitos de inseticidas, fungicidas e biorreguladores em sementes de soja cultivar NK7059RR, aos 90 e 180 dias após o tratamento, observaram que as sementes tratadas com a mistura de Cruiser 350FS + Maxim Advanced + Stimulate + Florite 1197, manteve a germinação das sementes por até 180 dias, entretanto, o tratamento de sementes com qualquer mistura testada no trabalho, contribuiu para a perda de vigor, causada pelo armazenamento, sendo mais lenta quando comparada com as sementes sem tratamento.

A semente é um organismo vivo, e naturalmente com o decorrer do tempo sua qualidade fisiológica vai decrescendo, e o tratamento de sementes com produtos fitossanitários, tanto pode contribuir para que essas consigam expressar seu máximo desempenho, protegendo-as contra pragas e doenças, como também, pode acelerar o processo de deterioração. Assim, se faz necessário pesquisas entre os diversos tipos de genótipos, produtos e tempos pós-semeadura, para se saber o comportamento e as características fisiológicas das sementes, tanto para amenizar os danos, quanto para se obter alto desempenho em campo.

REFERÊNCIAS

AGROLINK. **Patologia de Sementes**. [S. l.], 2016. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/sementes/tecnologia-sementes/patologia_361341.html. Acesso em: 23 abr. 2018.

ALMEIDA, A. S.; CASTELLANOS, C. I. S.; DEUNER, C.; BORGES, C. T.; 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.

ALVES, N. M. C.; CASTRO, R. L. O.; GALLE, N. B. C. G.; SILVA, M. I. P. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja tratadas com extrato vegetal. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 22, p. 3719, 2015.

ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA E MILHO DE ESTADO DE MATO GROSSO – APROSOJA. **História da Soja**. Cuiabá, 2014. Disponível em <http://www.aprosoja.com.br/soja-e-milho/a-historia-da-soja>. Acesso em: 21 mar. 2018.

BALARDIN, R. S.; SILVA, F. D. L.; DEBONA, D.; CORTE, G. D.; FAVERA, D. D.; TORMEN, N. R. Tratamento de sementes com fungicidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 7, p. 1120-1126, 2011.

BAUDET, L.; PESKE, F. Aumentando o desempenho das sementes. **Seed News**, Pelotas, v. 5, p. 35-37, 2006.

BAUDET, L.; PESKE, F. Aumentando o desempenho das sementes. **Seed News**, Pelotas, v. 9, n. 5, p. 22-24, 2007.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds**. Berlin: Spring-Verlag, 1978. p. 106-130.

BRZEZINSKI, C. R.; HENNING, A. A.; ABATI, J.; HENNING, F. A.; FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; ZUCARELI, C. Seeds treatment times in the establishment and yield performance of soybean crops. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 37, n. 2, p. 147-153, 2015.

CARVALHO, N. L.; PERLIN, R. S.; COSTA, E. C. Thiametoxam em tratamentos de sementes. **Revista Eletrônica do PPGE Amb--CCR/UFSM**, Santa Maria, v. 2, n. 2, p. 158 – 175, 2011.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590 p.

CASTRO, G. S. A.; BOGIANI, J. C.; SILVA, M. G. S.; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C. A. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 10, p. 1311-1318, 2008.

CASTRO, N. R. A. **Sorção, degradação e lixiviação do inseticida Thiamethoxam em latossolo e argissolo**. 2005. 173 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, 2005.

CHAGAS JUNIOR, A. F.; CHAGAS, L. F. B.; COLONIA, B. S. O.; MILLER, L. O. M.; OLIVEIRA, J. C. *Trichoderma asperellum* (UFT201) functions as a growth promoter for soybean plant. **African Journal of Agricultural Research**. África, v. 14, n. 33, p. 1772-1777, 2019.

CHAGAS, L. F. B.; CASTRO, H. G.; COLONIA, B. S. O.; CARVALHO FILHO, M. R.; MILLER, L. O.; CHAGAS JUNIOR, A. F. Efficiency of *Trichoderma* spp. as a growth promoter of cowpea (*Vigna unguiculata*) and analysis of phosphate solubilization and indole acetic acid synthesis. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 437-445, 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**. 2018/2019. Décimo segundo levantamento, setembro de 2019. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 16 nov. 2020.

CUNHA, R. P.; CORRÊA, M. F.; SCHUCH, L. O. B.; OLIVEIRA, R. C.; ABREU JUNIOR, J. S.; SILVA, J. D. G.; ALMEIDA, T. L. Diferentes tratamentos de sementes sobre o desenvolvimento de plantas de soja. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 10, p. 1761-1767, 2015.

DAN, I. 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, DF, v. 32, n. 2, p. 131-139, 2010.

DAN, L. G. M.; DAN, H. A.; BRACCINI, A. L.; ALBRECHT, L. P.; RICCI, T. T.; PICCININ, G. G. Desempenho de sementes de soja tratadas com inseticidas e submetidas a diferentes períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 2, p. 215-222, 2011.

DAN, L. G. M.; DAN, H. A.; PICCININ, G. 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.

DIAZ, P. A. E.; BARON, N. C.; RIGOBELLO, E. C. *Bacillus* spp. as plant growth-promoting bacteria in cotton under greenhouse conditions. **Australian Journal of Crop Science**, Austrália, v. 13, n. 12, p. 2003-2014, 2019.

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.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Origem e história da soja**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2017/04/05/origem-e-historia-da-soja-no-brasil/>. Acesso em: 04 abr. 2018.

FERRAZZA, F. L. F.; JACOBOSKI, D. T. K.; WYREPKOWSKI, A.; RODRIGUES, L.; FIGUEIRO, A. G.; PARAGINSKI, R. T. Qualidade de sementes e parâmetros produtivos de sementes de soja submetidas a diferentes tratamentos de sementes antes da semeadura. **Research, Society, and Development**, Curitiba, v. 9, n. 9, 2020.

GOMES, Y. C. B.; DALCHIAVON, F. C.; VALADÃO, F. C. A. joint use of fungicides, insecticides and inoculants in the treatment of soybean seeds. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 64, n. 3, p. 258-265, 2017.

GOULART, P. A. C. **Fungos em sementes de soja**: detecção e importância. EMBRAPA-CPAO, 1997. 58 p. (DOCUMENTOS, 11).

HENNING, A. Inovação em Tratamento de Sementes. **Revista Campo & Negócios**, on-line, Minas Gerais, Ano 15, n. 130, agosto, 2014. ISSN2176-1103. Disponível em: <http://www.revistacampoenegocios.com.br/tratamento-de-sementes-na-fazenda-ou-industrial/>. Acesso em: 01 mar. 2018.

HENNING, A.; ABATI, J.; BRZEZINSKI, C. R. Batalha ininterrupta. **Revista Cultivar**, on-line, Rio Grande do Sul, Ano 15, n. 173, outubro, 2013. ISSN1516-358X. Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/acervo/110>. Acesso em: 01 mar. 2018.

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, DF, v. 33, n. 3, p. 395 - 406, 2011.

MACHADO, J. C.; WAQUI, J. M.; SANTOS, J. P.; REICHENBACK, J. W. Tratamentos de sementes no controle de fitopatógenos e pragas. **Informe Agropecuário**, Novo Horizonte, v. 27, n. 232, p. 76-87, 2006.

MAYER, M.; POLJAKOFF, M. **The germination of seeds**. 2. ed. Oxorfd: Pergamon, 1975, p. 106-130.

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.

MARINO, R. H.; MESQUITA, J. B.; ANDRADE, K. V. S.; COSTA, N. A.; AMARAL, L. A. Incidência de fungos em sementes de *Phaseolus vulgaris* L. provenientes do Estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 1, p. 26-30, 2008.

MERTZI, L. M.; HENNING, F. A.; ZIMMERI, P. D. Bioprotetores e fungicidas químicos no tratamento de sementes de soja. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 13-18, 2009.

PARISI, J. J. D.; MEDINA, P. F. Tratamento de sementes. Instituto Agronômico de Campinas- IAC, 2013. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br>. Acesso em: 08 mar. 2018.

PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; CALDEIRA, C. M.; BOTELHO, F. J. E. Efeito do tratamento das sementes de soja com fungicidas e período de armazenamento na resposta da planta inoculada com *Bradyrhizobium*, **Revista Agroambiente On-line**, Boa Vista, v. 4, n. 2, p. 62-66, 2010.

PEREIRA, R. B.; SILVA, P. P.; NASCIMENTO, W. M.; PINHEIRO, J.B. **Tratamento de sementes de hortaliças**. Circular técnica, n. 140, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento- EMBRAPA/ Hortaliças, 2015.

REIS; E. M.; ZOLDAN, S. M.; GERMANO, B. C. **Mecanismos de transmissão de fitopatógenos de sementes para órgãos aéreos**. OR Melhoria de sementes Ltda. 2004. Disponível em: [http://www.orsementes.com.br/sistema/anexos/artigos/50/Transmiss%C3%A3o%20de%20fitopat%C3%B3genos%20\(Silmar\).pdf](http://www.orsementes.com.br/sistema/anexos/artigos/50/Transmiss%C3%A3o%20de%20fitopat%C3%B3genos%20(Silmar).pdf). Acesso em: 23 abr. 2018.

SANTOS, C. E.; NETO, J. J. D.; NEVES, P. R.; FONSECA, R. S. A.; KRAEMER, A. P. N.; LIMA, M. L. P. Tratamento químico de sementes e impacto sobre complexos de fitossanitários e elementos morfoagronômicos. **Brazilian Applied Science Review**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 1445-1454, 2019.

SIMÕES, F. O amor. 2017. Disponível em: <https://oamor.com.br/colunistas/ninguem-esta-livre-de-erros-quando-alguem-julgar-seu-caminho-empreste-lhe-seus-sapatos/>. Acesso em: 27 nov. 2020.

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.

VENTUROSOS, L. R.; BACCHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L.; VENTUROSOS, L. A. C.; PONTIM, B. C. A.; REIS, G. F. Inoculação de *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes de oleaginosas: transmissão e seus efeitos sobre a emergência de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 5, p. 788-793, 2015.

ZORATO, M. F.; HENNING, A. A. Influência de tratamentos antecipados, aplicados em diferentes épocas de armazenamento, sobre a qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 23, n. 2, p. 236-244, 2001.

3 **CAPÍTULO 1. DESEMPENHO E VIGOR DE PLÂNTULAS EM PERÍODO PÓS-TRATAMENTO QUÍMICO E BIOLÓGICO DE SEMENTES DE SOJA**

RESUMO

O tratamento de sementes visa à proteção inicial das sementes 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, prejudica-las. Assim, objetivou-se, neste estudo, avaliar a qualidade fisiológica de três cultivares de soja, com dois lotes de sementes para cada, 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). 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. Foram realizados testes de germinação, primeira contagem, classificação de vigor da plântula, comprimento de plântulas e matéria seca de plântulas. Conclui-se que, 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; acondicionamento; genótipos; qualidade fisiológica de sementes.

ABSTRACT

Seed treatment aims at the initial protection of seeds in the field or during the storage period through the application of products, whether chemical or biological, without altering their viability and vigor. In this sense, it is important to verify the ability of agrochemicals used for seed treatment to provide protective effects without, however, harming them. Thus, the objective of this study was to evaluate the physiological quality of three soybean cultivars, with two seed lots for each, submitted to treatment with pyraclostrobin + thiophanate-methyl + fipronil and thiamethoxam + carboxin + tiram; in addition to the biological products *Bacillus subtilis* and *Trichoderma atroviride* in periods after application of the products and storage of seeds (0, 24, 48 and 192 hours). A completely randomized design was used, in a factorial scheme 6 x 4 x 4 obtained from the combination of 6 batches x 4 chemical and biological treatments x 4 post-treatment times, with four replications for each batch. Tests for germination, first count, seedling vigor classification, seedling length and seedling dry matter were performed. It is concluded that chemical and biological treatment can decrease seed performance as sowing is delayed after seed treatment. Vigorous crops are less affected by exposure time to treatments and their deleterious effects.

Keywords: rhizobacteria; packaging; genotypes; physiological quality of seeds.

3.1 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% (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2020).

O uso de sementes de alta qualidade é sinônimo de altas produtividades 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 (MARCOS FILHO, 2015).

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 (LUDWIG *et al.*, 2011). 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 (DORNELES *et al.*, 2019).

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 (TONIN *et al.*, 2014). No tratamento de sementes de soja utilizando o fungicida carbendazim + thiram e o inseticida imidacloprido + tiodicarbe, Conceição *et al.*, (2014) constataram que o tratamento foi eficiente para o 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 (BEZERRA *et al.*, 2013).

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.

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

3.2 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; 75I77 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/100 kg de sementes), (C)-tiametoxam + carboxina + tiram (200 mL/100 kg de sementes), (B)- *Bacillus subtilis* (200 mL/50 kg de sementes) e (TC)- *Trichoderma atroviride* (200 g/100 kg 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, e seguiram-se as avaliações propostas.

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 (BRASIL, 2009).

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 (BRASIL, 2009). 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 (SÁ; OLIVEIRA; BERTOLIN, 2011).

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 (NAKAGAWA, 1999).

Juntamente ao teste de comprimento de plântulas, foi mensurada a massa seca, cujas partes das plântulas medidas foram colocadas em sacos de papel e acondicionadas 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 três cultivares com dois lotes cada, totalizando 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.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto aos teores de água presente nas sementes, foi observada redução nestes, conforme aumentava-se 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. Smaniotto *et al.* (2014) corroboram com este estudo e afirmam que valores abaixo de 12% de umidade, tendem a manter a qualidade elevada, preservando o vigor das sementes de soja. Zuffo *et al.* (2017) também constataram redução na umidade das sementes com o tempo de armazenamento, apesar de terem 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.

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% (NUNES; BAUDET, 2011), 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 (HARRINGTON, 1972).

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 SMANIOTTO *et al.* (2014); ZUCARELI *et al.* (2015). Segundo Soares *et al.* (2019) também, ao avaliarem 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.

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

TRATAMENTOS	Umidade (%)					
	Umidade inicial	Produtos	Pós-tratamento (horas)			
			0	24	48	192
Cultivares	-					
RM5885RR	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
RM5885RR	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
BONUS 8579 RSF IPRO	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
BONUS 8579 RSF IPRO	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
75I77 RSF IPRO	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
75I77 RSF IPRO	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

Nota: Lotes:1;2 (cultivar RM5885 RR),3;4 (cultivar BONUS 8579 RSF IPRO),5;6 (cultivar 75I77 RSF IPRO); P- Produtos: (C) – tiametoxam + carboxina + tiram; (S) – piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil; (B) - *Bacillus subtilis*; (TC) - *Trichoderma atroviride*.

Fonte: Dados da própria autora.

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.

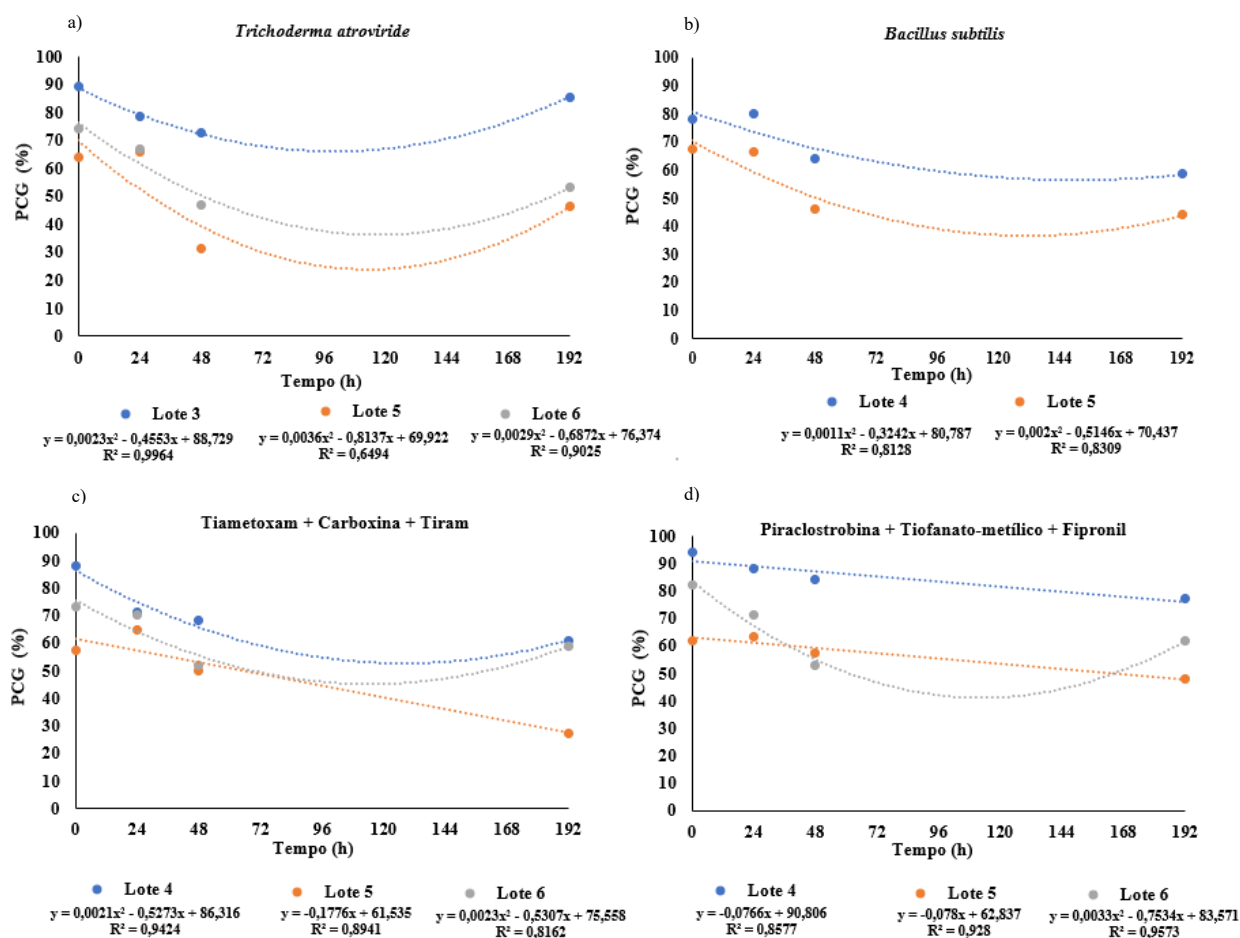
Tratamentos	PCG	FORTES	MÉDIAS	FRACAS ¹	G
	- % -				
Lotes (L)	612,08*	223,43*	121,72*	17,82*	34,23*
Tempos (T)	77,51*	54,95*	0,66 ^{ns}	9,92*	8,84*
Produtos (P)	27,95*	30,98*	7,74*	1,61 ^{ns}	5,09*
L x T	21,77*	12,80*	14,37*	10,97*	5,37*
L x P	9,41*	4,56*	5,26*	4,44*	6,35*
T x P	3,33*	2,41*	3,79*	3,71*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

Nota: 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.

Fonte: Dados da própria autora.

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 (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.



Fonte: Dados da própria autora.

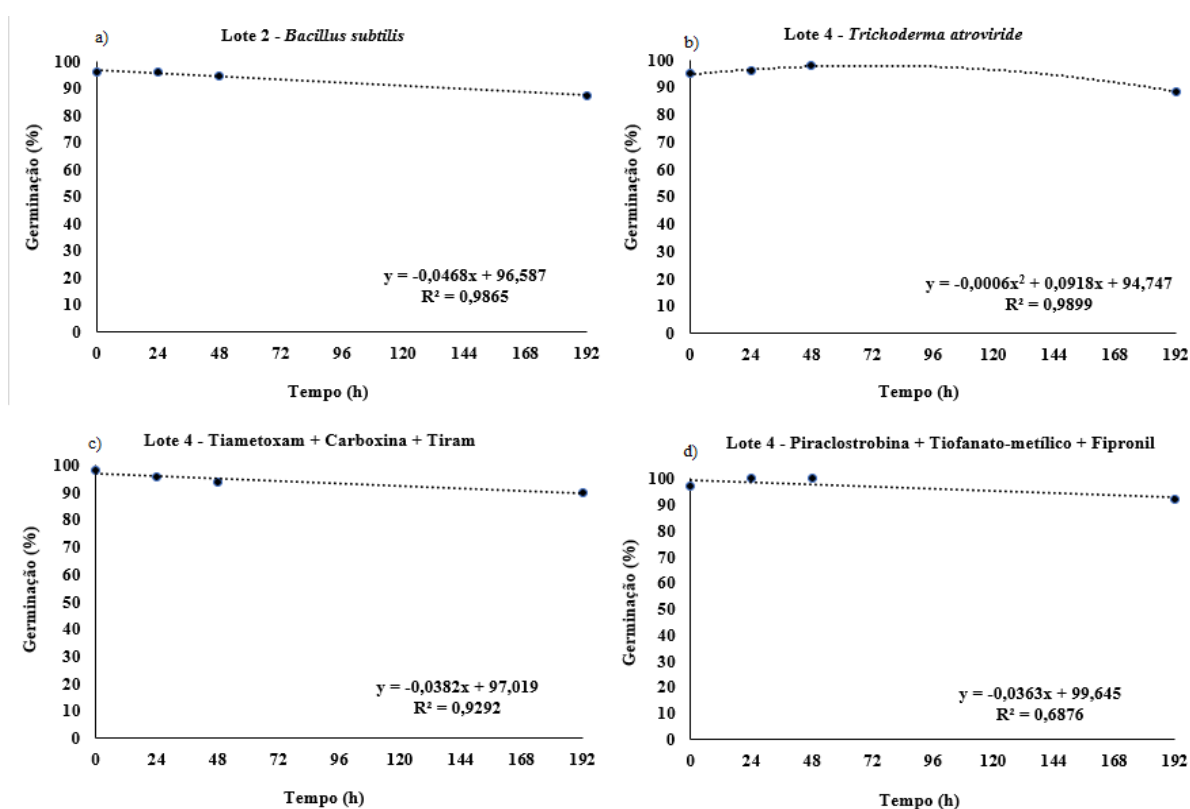
Alguns resultados de pesquisas também, observaram reduções na germinação das sementes após os períodos de pós tratamento. Estudando o tratamento de sementes de soja, Ferreira *et al.* (2019) afirmaram que, independente do produto utilizado, a queda na porcentagem de germinação se acentuou após a exposição das sementes tratadas ao maior período de armazenamento (no caso, 45 dias). Ao submeterem sementes de arroz ao tratamento com produtos químicos, Cereza *et al.* (2019) também relataram 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 *Trichoderma atroviride* e *Bacillus subtilis*, apresentaram queda 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. Pasin (2017), 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 (2c; 2d).

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).

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

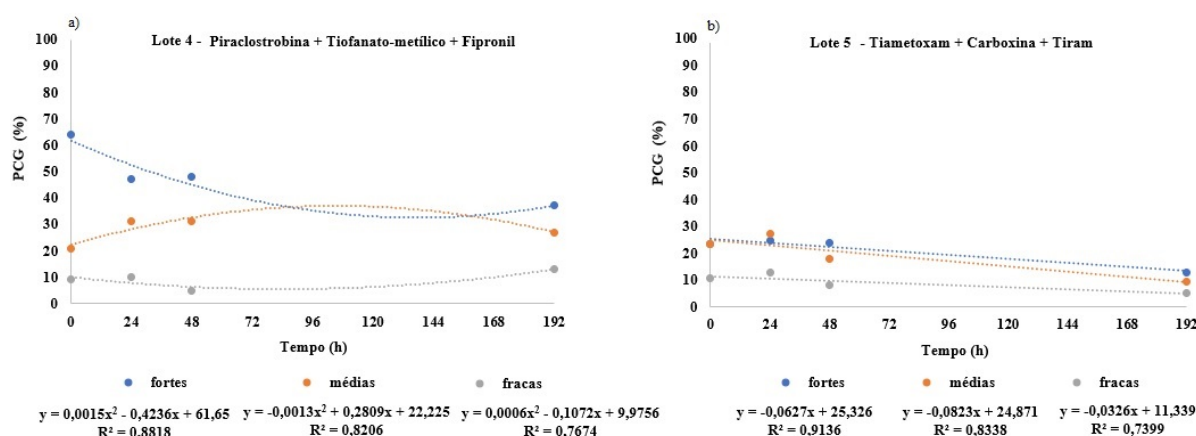


Fonte: Dados da própria autora.

Em relação ao desdobramento dos 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.



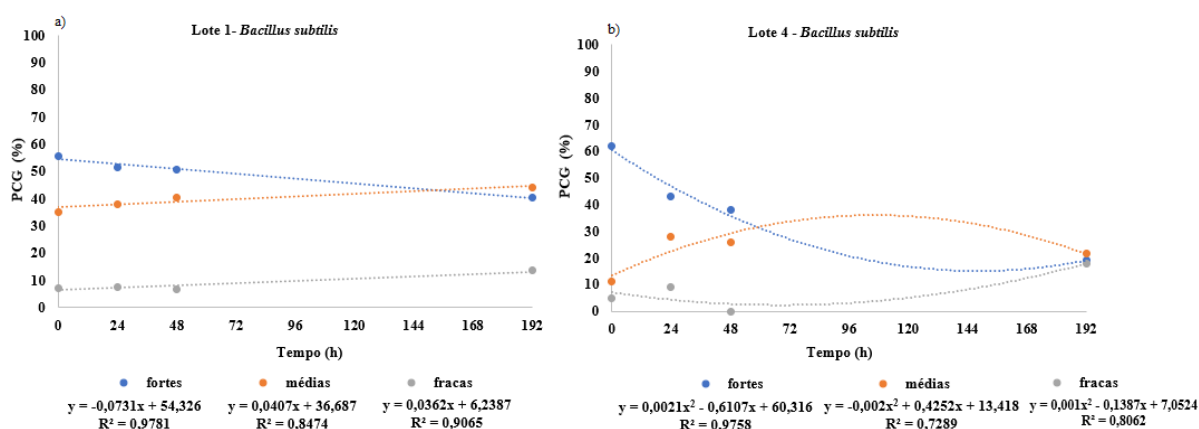
Fonte: Dados da própria autora.

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, Ludwig *et al.* (2011) também relataram que a redução na primeira contagem de germinação foi em 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 (PICCININ *et al.*, 2013). 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 aos tratamentos utilizados em outras pesquisas contidas na literatura, sendo necessário estudos contínuos (LEMES *et al.*, 2019).

Ressalta-se que o tratamento de sementes é amplamente utilizado para a segurança 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 (TONIN *et al.*, 2014).

No entanto, para a primeira contagem de germinação, as plântulas originadas de sementes inoculadas com *Bacillus subtilis* (Figura 4) classificadas em fortes, médias e fracas dos lotes 1 e 4 (cultivares RM 5885 RR e 75I77 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, Machado e Costa (2017), ao avaliaram sementes de soja tratadas com cepas de *Bacillus 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, 2020



Fonte: Dados da própria autora.

A aplicação de *Bacillus 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, Manrinque *et al.* (2019) ao inocularem

sementes de *Urochloa brizantha* com *Bacillus 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.

Tratamentos	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	41,44*	30,55*	4,34*	50,90*	21,85*	2,02 ^{ns}
(P)	94,59*	45,87*	18,16*	21,07*	10,21*	4,78*
L x T	6,31*	4,22*	6,119*	3,69*	3,98*	1,79*
L x P	6,22*	1,08 ^{ns}	4,47*	3,72*	0,95 ^{ns}	3,28*
T x P						
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

Nota: 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.

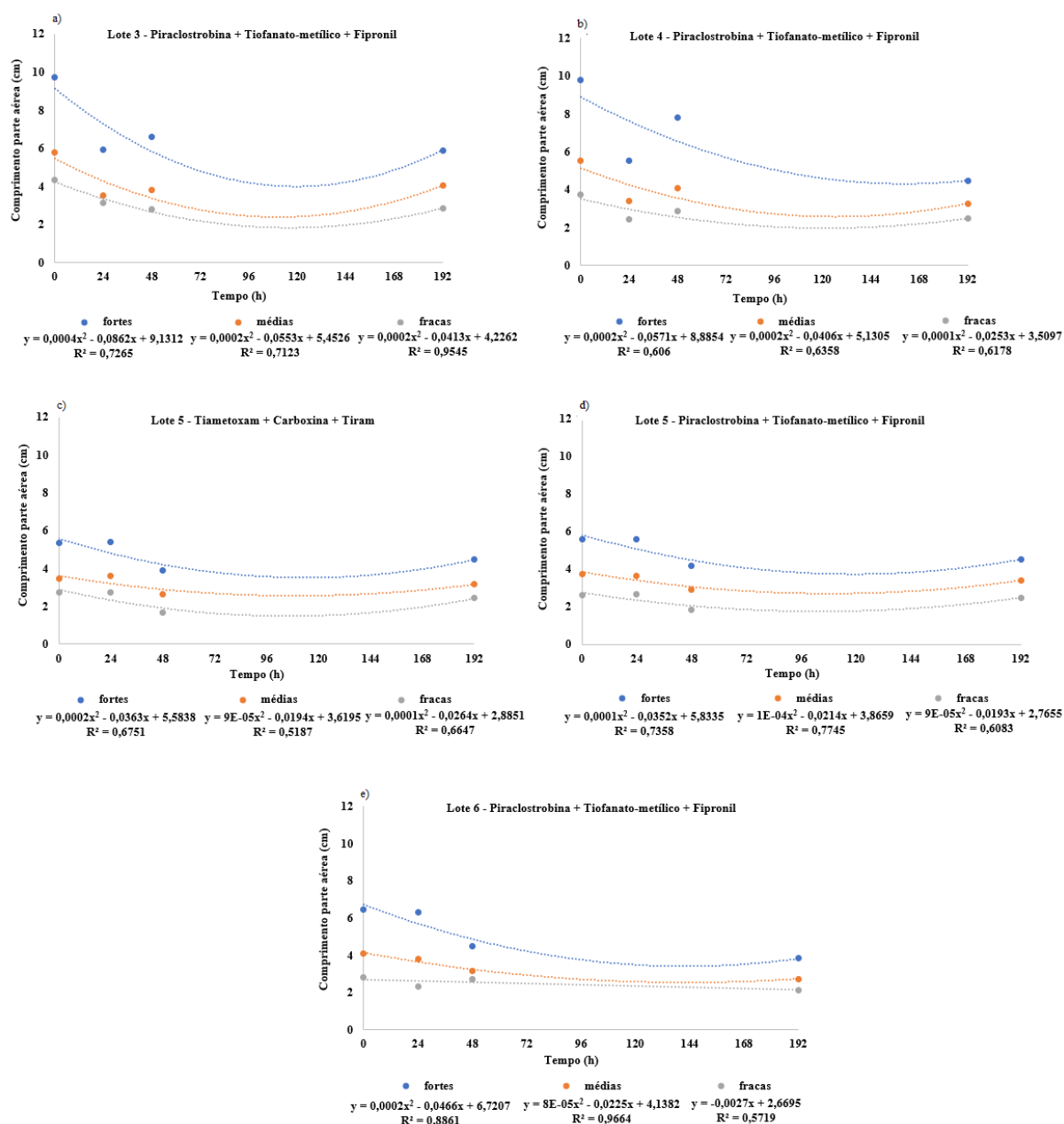
Fonte: Dados da própria autora.

O desdobramento para o comprimento da parte aérea de plântulas fortes, médias e fracas nos lotes 3 e 4 (cultivar 75I77 RSF IPRO) e nos lotes 5 e 6 (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).

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 *Bacillus 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.

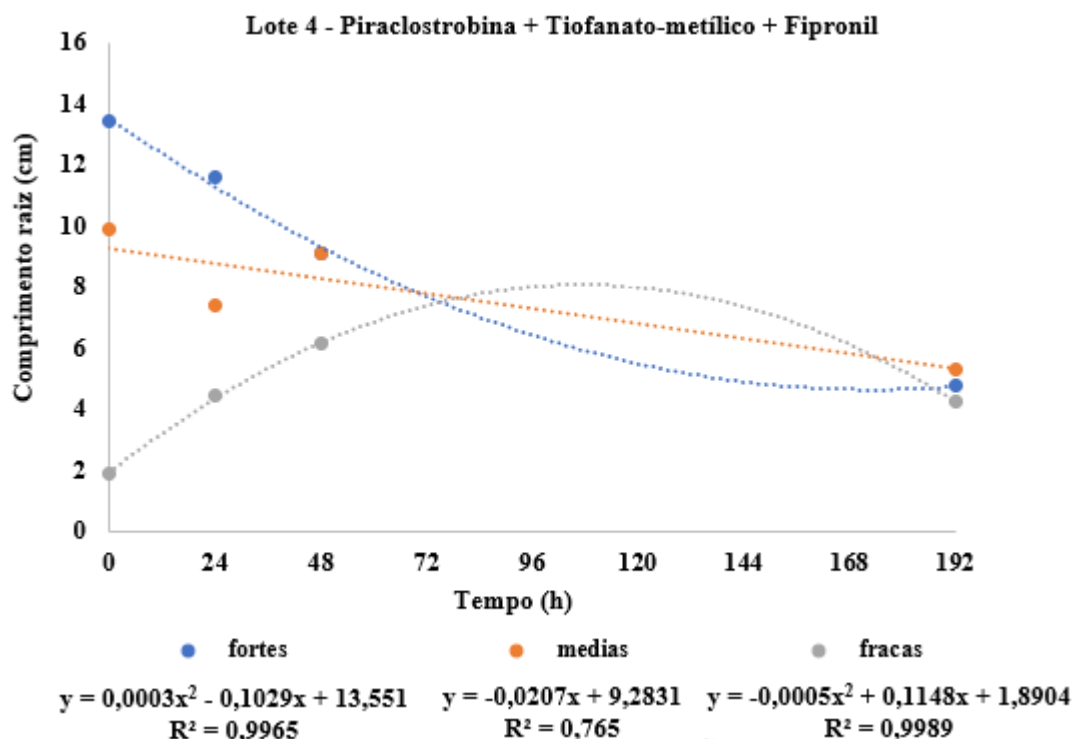
Figura 5. Níveis de vigor: comprimento de parte aérea de plântulas de soja (fortes, médias e fracas) em função de tempo pós-tratamento e produtos. Ilha Solteira-SP, 2020.



Fonte: Dados da própria autora.

O comprimento das raízes provenientes de plântulas fortes para o lote 4 (cultivar 75I77 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.



Fonte: Dados da própria autora.

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, Dan *et al.* (2010) em concordância a este estudo, observaram redução do comprimento das plântulas e das raízes conforme se acentuou o período de armazenamento. O produto a base de tiametoxam foi responsável pela maior redução dos comprimentos. Entretanto, Dan *et al.* (2012) ao tratarem 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.

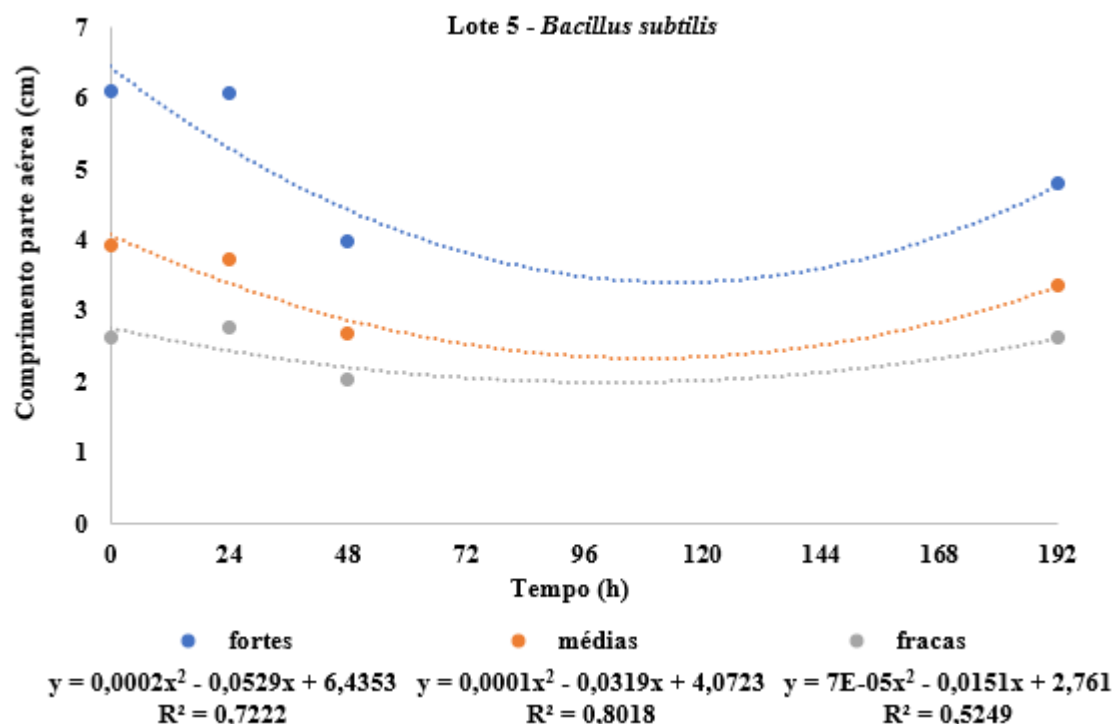
Para Piccinin *et al.* (2013) ao estudarem o tratamento de sementes de soja de diferentes cultivares, com inseticidas a base de fipronil e tiametoxam, apresentaram resultados semelhantes ao presente estudo, com reduções no comprimento das raízes. No entanto, Dorneles *et al.* (2019) ao tratarem sementes 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. Consequentemente, isso pode levar à queda de vigor nas sementes e à redução do crescimento das plântulas (PICCININ *et al.*, 2013; DORNELES *et al.*, 2019).

O lote 5 (cultivar BONUS 8579 RSF IPRO) foi significativo ao tratamento com *Bacillus 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 (ARAÚJO; HUNGRIA, 1999). 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.

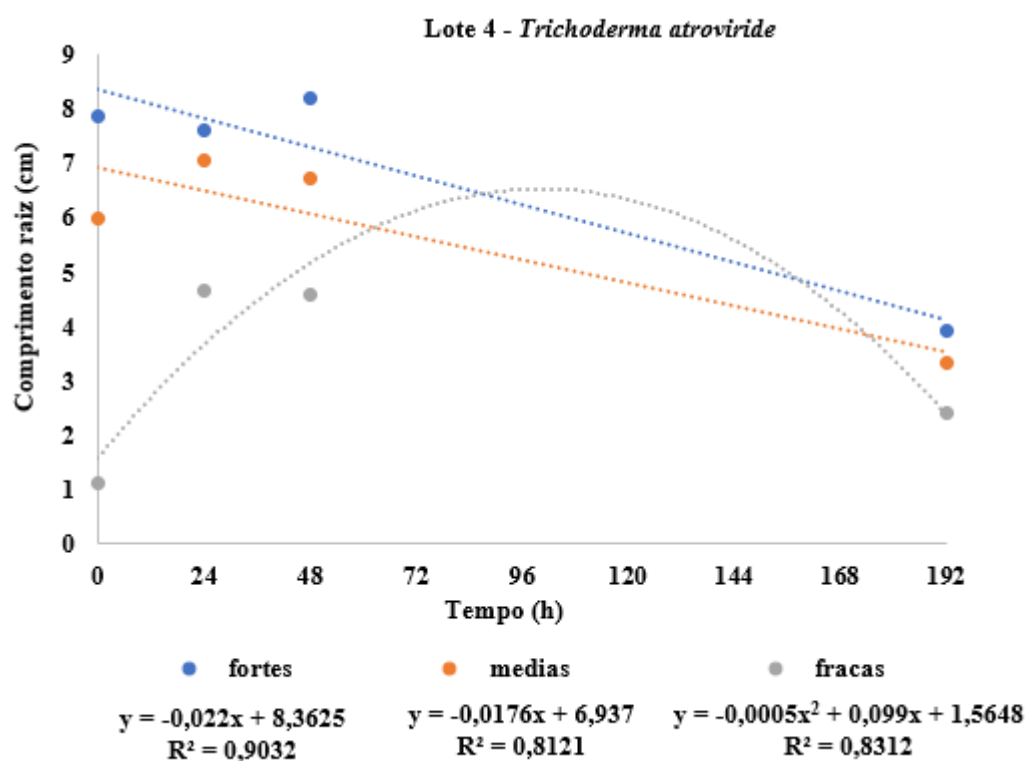


Fonte: Dados da própria autora.

Ao realizar a inoculação com *Trichoderma atroviride* para a avaliação do comprimento de raiz, o lote 4 (cultivar 75I77 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 *Trichoderma asperellum* e *Bacillus 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 *Bacillus subtilis* favoreceu o comprimento de raiz do cultivar BRS Vinagre (ROCHA *et al.*, 2017).

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.



Fonte: Dados da própria autora.

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 Melo (1998), 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 (OLIVEIRA *et al.*, 2016), ao avaliar o crescimento inicial do feijoeiro observou melhor desempenho de plântulas tratadas com *Bacillus 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 (JUNGES *et al.*, 2014).

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.

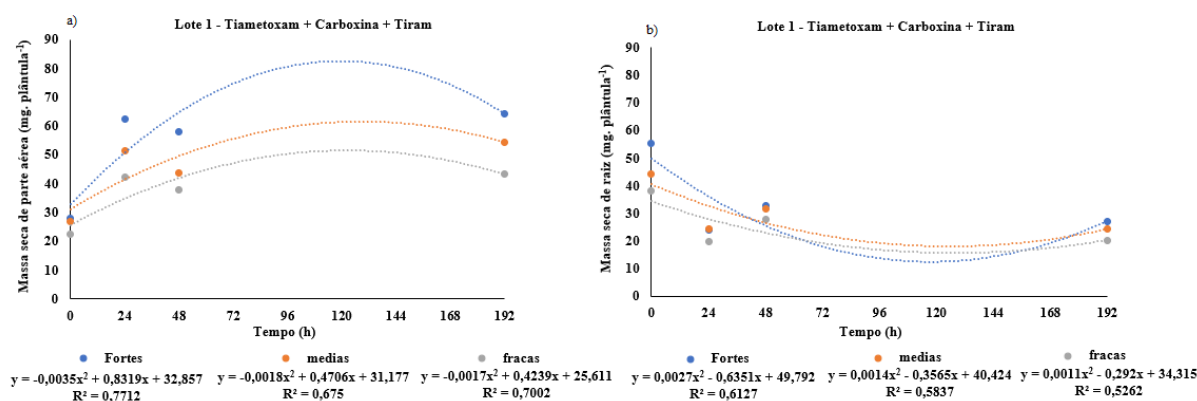
Tratamentos	MPA.F	MPA.M	MPA.Fr ¹	MRA.F	MRA.M ¹	MRA.Fr ¹
	- mg -					
Lotes (L)	30,76*	29,40*	28,53*	74,62*	95,06*	50,08*
Tempo (T)	51,36*	20,97*	13,81*	36,03*	26,72*	36,37*
Produtos (P)	9,40*	2,94*	3,64*	4,04*	2,11 ^{ns}	6,65*
L x T	23,66*	17,55*	17,51*	11,60*	15,52*	9,25*
L x P	1,69*	1,86*	7,12*	4,67*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

Nota: 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.

Fonte: Dados da própria autora.

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 a massa 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 a mistura química, 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.



Fonte: Dados da própria autora.

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 tiametoxam, que, segundo Ludwig *et al.* (2015) verificaram redução de massa seca de parte aérea e de raiz ao submeterem sementes de soja tratadas à períodos de armazenamento. Entretanto, segundo Carvalho, Perlin e Costa (2011) o tiametoxam 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 (Tabela 9a).

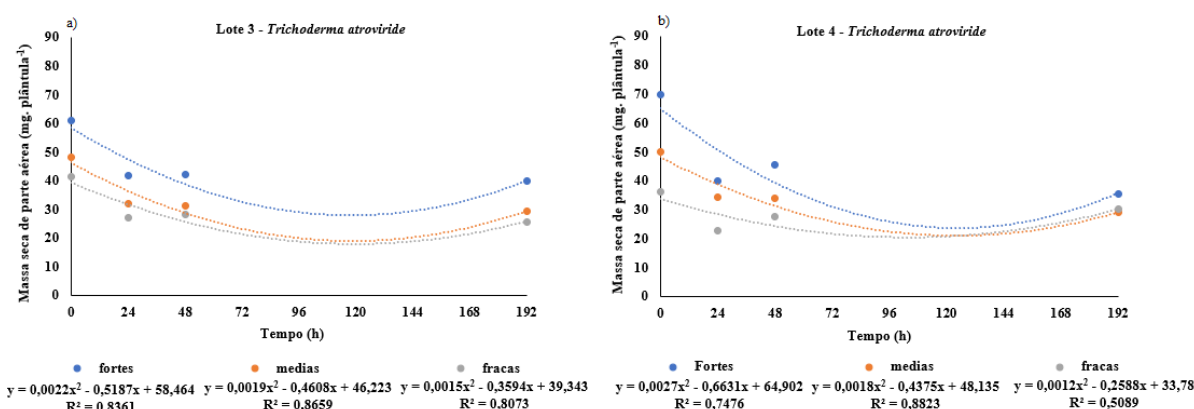
Analisando-se os lotes 3 e 4 (cultivar 75I77 RSF IPRO) com inoculação de *T. atroviride* (Figura 10) para massa seca de parte aérea de plântulas fortes, médias e fracas, tem-se que o lote 3, apresentou queda no teor de massa seca para as três classes de vigor com o

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 o 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.

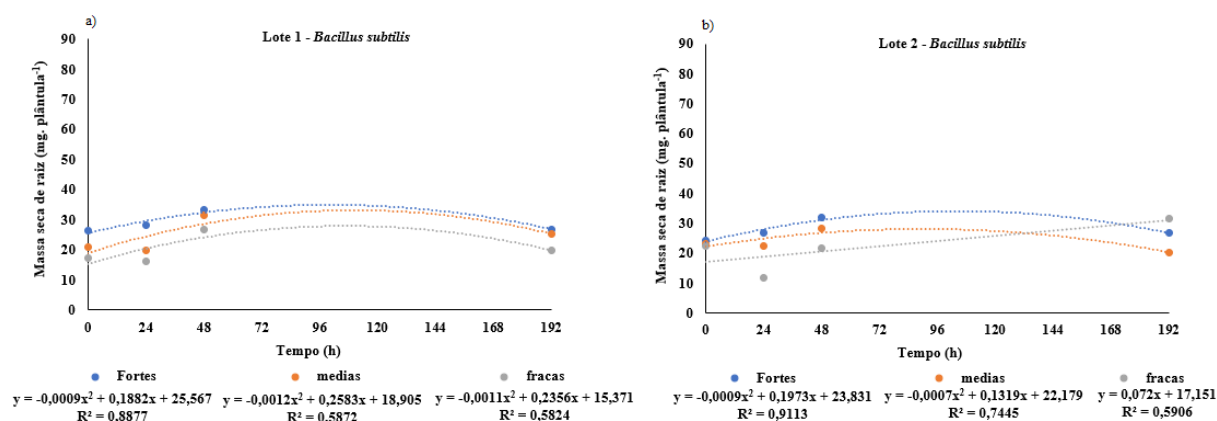


Fonte: Dados da própria autora.

Em relação a massa seca de raiz, o tratamento com *Bacillus 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.



Fonte: Dados da própria autora.

Segundo Lemes *et al.* (2019) 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*, Chagas *et al.* (2017) 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, Costa *et al.* (2019) ao inocularem sementes de soja de 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. Sá *et al.* (2019) 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 segurança aos pesquisadores e aos produtores na condução de suas lavouras.

3.4 CONCLUSÃO

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.

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 o tempo de exposição aos tratamentos e seus efeitos deletérios.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, F. F.; HUNGRIA, M. Nodulação e rendimento de soja co-infectada com *Bacillus subtilis* e *Bradyrhizobium japonicum*/ *Bradyrhizobium elkanii*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 9, p. 1633-1643, 1999.
- 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.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ ACS, 2009. 395 p.
- 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.
- CEREZA, T. V.; CARLOS, F. S.; OGOSHI, C.; TOMITA, F. M.; SOARES, G. C.; ULGUIM, A. R. Antagonism between fungicide insecticide treatments and dietholate in irrigated rice seeds. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 41, n. 1, p. 013-021, 2019.
- 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, p. 10-18, 2017.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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, DF, v. 32, n. 2 p. 131-139, 2010.
- 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.

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.

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.

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

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.

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.

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, DF, v. 33, n. 3, p. 395 - 406, 2011.

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.

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.

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.

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.

MELO, I. S. Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. (ed). **Controle biológico**. Jaguariúna: Embrapa, 1998. v. 1, p. 17-60.

NAKAGAWA, J. Testes de Vigor baseados no desempenho das Plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. F. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. v. 2, p. 1-24.

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

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.

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

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.

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.

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.

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.

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

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.

TONIN, R. F. B.; LUCCA FILHO, O. A.; 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.

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.

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.

4 **CAPÍTULO 2. DESEMPENHO DE SEMENTES DE SOJA EM CAMPO EM FUNÇÃO DO TEMPO DE PÓS-TRATAMENTO QUÍMICO E BIOLÓGICO**

RESUMO

A eficiência na produção de sementes e a obtenção de uma lavoura de soja com adequado estande de plantas, depende da utilização correta de práticas agronômicas, como o tratamento de sementes, o qual visa a melhoria e a manutenção de sua qualidade fisiológica. Neste sentido, torna-se importante a verificação da capacidade dos produtos químicos e biológicos usados para o tratamento de sementes em proporcionar efeitos positivos sem, contudo, prejudicá-las. Assim, objetivou-se, neste estudo, avaliar as alterações nos componentes de produtividade e a qualidade fisiológica de sementes de 8 lotes 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). O experimento foi conduzido em Selvíria-MS, no ano agrícola 2018/2019. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, num esquema fatorial (8 x 4 x 4), quatro repetições para cada lote. Foram avaliados os componentes da produção, produtividade, qualidade fisiológica das sementes, teor de N e o índice de clorofila das folhas. Houve reduções no desempenho das plantas de soja em função do tempo de semeadura pós-tratamento das sementes, com redução no número de vagens por planta, número de sementes por vagem e massa de 100 sementes, com intensa variação em função do cultivar e do produto utilizado.

Palavras-chave: Genótipos. Acondicionamento. Microorganismos. Componentes de Produção.

ABSTRATC

Efficiency in seed production and the obtaining of a soybean crop with an adequate plant stand, depends on the correct use of agronomic practices, such as seed treatment, which aims to improve and maintain its physiological quality. In this sense, it is important to verify the capacity of chemical and biological products used for seed treatment to provide positive effects without, however, harming them. Thus, the objective of this study was to evaluate changes in productivity components and physiological quality of seeds from 8 soybean lots, 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 application of the products and storage of the seeds (0, 24, 48 and 192 hours). The experiment was conducted in Selvíria-MS, in the 2018/2019 agricultural year. The experimental design was in randomized blocks, in a factorial scheme (8 x 4 x 4), four repetitions for each lot. The components of production, productivity, physiological quality of the seeds, N content and the chlorophyll index of the leaves were evaluated. There are reductions in the performance of soybean plants due to the sowing time after seed treatment, with a reduction in the number of pods per plant, number of seeds per pod and mass of 100 seeds, with intense variation depending on the cultivar and product used.

Keywords: genotypes; packaging; microorganisms; production components.

4.1 INTRODUÇÃO

Devido aos resultados das últimas safras, as condições de mercado atrativas ao comércio de grãos, e a procura por atender o consumo de alimentos no mundo principalmente como fonte de fabricação de ração e a produção de óleo, a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) mantém-se necessariamente em crescimento e expansão. Na safra de grãos atual 2020/21 aumentou-se a área cultivada de soja, atingindo 38,2 milhões de hectares semeados, com volume de grãos estimados em 134,95 milhões de toneladas, e produtividade em torno de 3.528 kg/ha, o que significa um aumento de 8,1% em relação à safra anterior (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2020).

A eficiência na produção de sementes e a aquisição de uma lavoura de soja com adequado estande de plantas, além de seus componentes de produtividade, depende da utilização correta de práticas agronômicas, como o tratamento de sementes, o qual visa a melhoria e a manutenção de sua qualidade principalmente nos períodos iniciais de seu ciclo (CUNHA *et al.*, 2015). Além disso, o ataque de patógenos às sementes de soja podem levar a perda da sua qualidade fisiológica, com prejuízos no rendimento e na qualidade das sementes obtidas do campo. A garantia da obtenção de plantas mais saudáveis e produtivas, vem com a utilização adequada principalmente do tratamento de sementes (MERTZ; HENNING; ZIMMER, 2009).

Devido as vantagens da prática agronômica já estabelecida, o custo do tratamento de sementes é relativamente baixo, com menor impacto ambiental, devido a menor área de aplicação dos produtos em relação a pulverização aérea (CUNHA *et al.*, 2015). No entanto, a maioria das pesquisas estão voltadas para a aplicação de produtos químicos nas sementes e as consequências nos rendimentos produtivos das culturas, pois alguns desses produtos, além de proteger as sementes contra pragas e doenças, podem conferir alguns efeitos fisiológicos, como o crescimento, desenvolvimento e ganhos de produtividade (DAN *et al.*, 2012; GOMES *et al.*, 2017; SANTOS *et al.*, 2019; FERRAZZA *et al.*, 2020).

Assim, a demanda por novas alternativas menos agressivas ao meio ambiente, também devem ser estudadas e colocadas cada vez mais em prática, como o uso de microrganismos a base de *Bacillus subtilis* e *Trichoderma* no tratamento de sementes, com consequências nos rendimentos e na qualidade fisiológica dos diversos genótipos de soja. Esses microrganismos podem proporcionar o crescimento e o desenvolvimento das plantas pelo controle de patógenos, além, de serem capazes de solubilizar fósforo, levando ao aumento da disponibilidade deste nutriente para as plantas (CHAGAS *et al.*, 2016; CHAGAS JUNIOR *et*

al., 2019; DIAZ; BARON; RIGOBELLO, 2019), contribuindo para uma melhor nutrição durante o ciclo da cultura, com aumentos significativos de produtividade.

Embora, os benefícios do tratamento de sementes com produtos biológicos sejam uma prática alternativa em relação aos produtos químicos, as condições do ambiente e a microbiota do solo, são fatores críticos para o desenvolvimento e o estabelecimento dos microrganismos nas plantas, o que pode tornar mais variável o crescimento e o controle de patógenos quando comparados aos produtos químicos (CHAGAS JUNIOR *et al.*, 2019).

Além das condições do clima e do solo interferirem na qualidade do produto fitossanitário aplicados as sementes, o tempo de exposição dessas ao tratamento pode contribuir para a redução nos componentes de produção e a produtividade das culturas, como também, na qualidade final das sementes. Poucos trabalhos na literatura evidenciam a interferência do tempo de tratamento de sementes armazenadas e as variações de comportamento dos genótipos sobre os componentes de produtividade tratados com produtos químicos (PEREIRA *et al.*, 2010; BRZEZINSKI *et al.*, 2015) e inexistentes com produtos biológicos.

Assim, objetivou-se estudar as alterações nos componentes de produtividade e a qualidade fisiológica de sementes de soja, quando submetidas ao tratamento com produtos químicos e biológicos em períodos após a aplicação dos produtos e o acondicionamento das sementes, tratadas por 0, 24, 48 e 192 horas.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP-Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira - SP, localizada no município de Selvíria – MS, apresentando coordenadas geográficas 55° 22' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de Latitude Sul, com altitude média de 335 metros. A precipitação média anual é em torno de 1313 mm, temperatura média anual de 25 °C e umidade relativa do ar entre 70 e 80% de média anual (PORTUGAL *et al.*, 2015). Os dados de precipitação pluvial mensal e temperatura mensal máxima, durante a condução do experimento estão apresentados na Figura 1.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho, textura média, fase relevo suave ondulado (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2013). Antes da instalação do experimento no campo, foi realizada amostragem

do solo na camada de 0 – 0,20 m para análise química, de acordo com a metodologia descrita por Raij (2011), resultando em: P (resina): 33 mg dm⁻³, Matéria Orgânica: 22 g dm⁻³, pH (CaCl₂): 5,4, K: 2,9 mmol_c dm⁻³, Ca: 31 mmol_c dm⁻³, Mg: 16 mmol_c dm⁻³, H+Al: 22 mmol_c dm⁻³, SB: 49,9 mmol_c dm⁻³, CTC: 71,9 mmol_c dm⁻³ e V%: 69. A adubação de semeadura foi realizada de acordo com a análise química do solo (250 kg ha⁻¹ do formulado 8-28-16).

Foram utilizados lotes de sementes de soja, sendo 6 cultivares (RM5885 RR (Lotes 1 e 2); BONUS 8579 RSF IPRO (Lote 3); 75I77 RSF IPRO (Lote 6); 74I78RSF IRPO (Lote 7); 80I84 RSF IPRO (Lote 12) e BRS 7380 RR (Lote 14)), e uma variedade (DESAFIO 8473 RSF RR (Lote 9)). 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 a semeadura no campo.

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.

A semeadura da cultura da soja foi realizada de forma manual no dia 13/12/2018. As parcelas foram constituídas de quatro linhas de 5 (m) metros de comprimento, em cada linha foi distribuída 50 sementes, com espaçamento de 10 (cm) centímetros entre si. As linhas foram espaçadas a 0,45 m, constituindo uma parcela de 9 m². O fornecimento de água foi realizado por um sistema fixo de irrigação por aspersão, adicionando-se 15 (mm) milímetros por turno de rega (a cada três dias). O manejo de plantas daninhas, pragas e doenças, foi realizado de acordo com a necessidade do ciclo da cultura.

Com o auxílio de um clorofilometro digital, modelo CFL1030, no período inicial de florescimento, Estádio R1, de acordo com escala fenológica de Fehr e Caviness (1977), foi medido o índice de clorofila, em duas plantas, entre a terceira e a quarta folha a partir do ápice da haste principal, de cada linha, dentro de cada parcela experimental. Para adequação dos

índices de clorofila na folha, foi estabelecido a média das plantas, resultando em valor equivalente ao teor de clorofila na folha.

No florescimento pleno, Estádio R2, quando uma flor aberta num dos 2 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida, de acordo com escala fenológica de Fehr e Caviness (1977), foram coletados seis trifólios com pecíolo de seis plantas por linha, de cada parcela, conforme a metodologia estabelecida por Raij *et al.* (1997). Posteriormente as folhas foram levadas ao laboratório de análise nutricional da UNESP, onde foram acondicionadas em estufa de circulação de ar fechada, a temperatura de 65 °C até obter massa constante. Após a secagem, foi realizada a moagem, em moinho tipo Willey, e foi determinado os teores de nitrogênio foliar conforme a metodologia proposta por Malavolta *et al.* (1997).

A colheita foi realizada de forma manual, e de acordo com o ciclo de cada cultivar. O estande final (EF) foi determinado pela contagem do número de plantas colhidas em 5,0 m de cada fileira de plantas na área útil das parcelas, sendo o resultado obtido em plantas por hectare.

Foram colhidas cinco plantas de cada linha, dentro de cada parcela, para a determinação da altura de planta (ALP), inserção de primeira vagem (In1°VG), número de vagens por planta (NVP), número de vagens chochas por planta (NVCP), número de sementes por vagem (NSV), número de sementes chochas por vagem (NSCV), massa de 100 sementes (M100), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G) e massa seca de planta inteira (MS), seguindo as recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

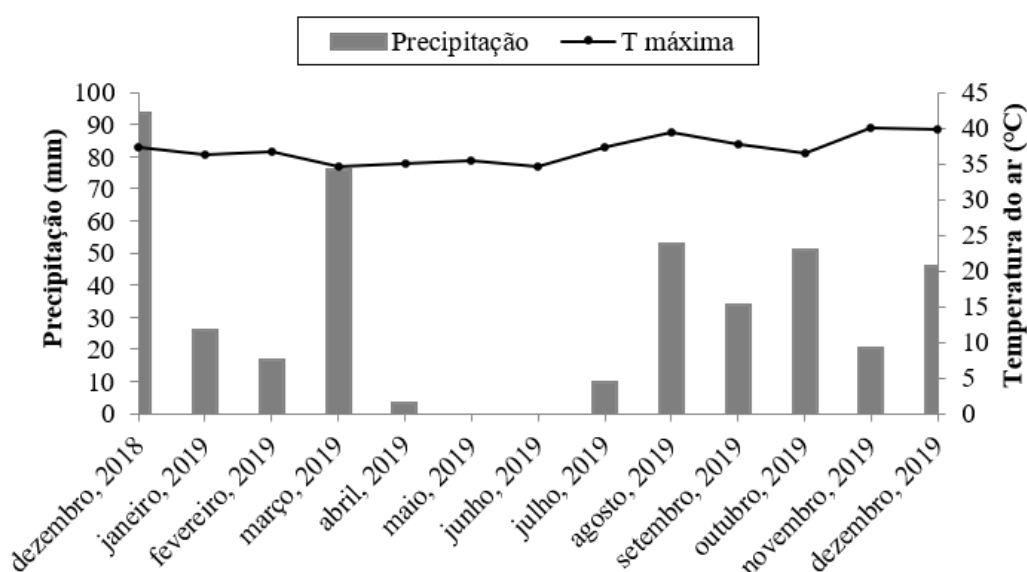
As plantas restantes na parcela foram arrancadas e levadas para o terreiro de alvenaria, onde se procedeu a secagem, trilha e a limpeza do material em trilhadora estacionária, com posterior pesagem em balança de precisão (0,1 g) e obtenção do grau de umidade das sementes, através do aparelho tipo Gehaka modelo G810. A partir dos dados obtidos, obteve-se a produtividade em kg. ha⁻¹.

Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, num esquema fatorial 8 x 4 x 4 obtido da combinação de 6 cultivares e uma variedade, resultando (8) 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. Determinou-se também o coeficiente de correlação simples (r) entre os resultados obtidos do índice de clorofila (ICF) e teor de nitrogênio (N). Quando necessário, foi realizada a

transformação dos dados para $\text{ARCEN} \sqrt{X/100}$ para a primeira contagem de germinação (PCG).

Devido a quantidade de variáveis analisadas, no presente trabalho, foram expostas as que melhor representaram o desenvolvimento das avaliações, sendo elas número de vagens por planta (NVP), número de sementes por vagem (NSV), massa de 100 sementes (M100) e produtividade.

Figura 1. Dados climáticos de precipitação pluvial total mensal e temperatura máxima mensal relativa do ar durante o período de condução do experimento. Selvíria -MS, 2018-2019.
Fonte: Unesp (2019).



4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância evidenciaram interação entre os fatores (lotes x tempo pós-tratamento x produtos) para estande final de plantas (EF), altura de planta (ALP), inserção de primeira vagem (In1°VG), número de vagens por planta (NVP), número de vagens chochas por planta (NVCP), número de sementes por vagem (NSV) e número de sementes chochas por vagem (NSCV) (Tabela 1).

Tabela 1. Análises de variância para estande final (EF), altura de planta (ALP), inserção de primeira vagem (In1°VG), número de vagens por planta (NVP), número de vagens chochas por planta (NVCP), número de sementes por vagem (NSV) e número de sementes chochas por vagem (NSCV) em função de tempo pós-tratamento de sementes de lotes de soja. Selvíria-MS, 2020.

Nota: * – significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo; CV – coeficiente de variação.

Fonte: Dados da própria autora.

Tratamentos	EF	ALP	In1°VG	NVP	NVCP	NSV	NSCV
F	p. ha ⁻¹	-----cm-----					
Lotes (L)	231,34*	1825,33*	1028,22*	139,39*	90,94*	32,52*	163,41*
Tempos (T)	1792,77*	140,30*	219,74*	957,52*	262,42*	34,12*	89,54*
Produtos (P)	237,37*	60,62*	25,15*	65,48*	21,95*	2,51 ^{ns}	10,45*
L x T	24,84*	34,76*	41,99*	29,99*	71,90*	10,05*	60,61*
L x P	14,02*	8,01*	13,75*	28,75*	44,16*	14,56*	44,14*
T x P	33,62*	44,96*	39,20*	48,75*	98,55*	14,46*	41,40*
L x T x P	22,62*	7,15*	17,90*	28,11*	47,80*	11,86*	17,31*
CV (%)	5,67	3,06	5,55	7,97	18,91	18,05	17,38

Considerando o desdobramento das interações para o número de vagens por planta (NVP) para os lotes significativos (Figura 2), observou-se para o tratamento com tiametoxam + carboxina + tiram, em todos os lotes, redução da variável conforme aumentou-se o tempo pós-tratamento (Figura 2a). Entretanto, para o tratamento com piraclostrobina + tiofanato-metílico + fipronil (Figura 2b), o lote 6 (cultivar BONUS 8579 RSF IPRO), que havia apresentado queda para o tratamento anterior (Figura 2a), apresentou aumento no NVP até o período de 101 horas, porém, com média menor, quando comparado ao tratamento com tiametoxam + carboxina + tiram (Figura 2a), evidenciando a influência dos produtos químicos no tratamento das sementes nos diferentes lotes.

Contudo, ao tratarem sementes de soja com alguns produtos à base de tiametoxan, abamectina + tiametoxan + fludioxonil e fipronil + tiofanato-metílico + piraclostrobina, Cunha *et al.* (2015) identificaram que não houve interferência dos produtos químicos no número de vagens por planta. Por outro lado, Pereira *et al.* (2010) ao armazenarem sementes de soja por um período de seis meses com e sem tratamento com carbendazin + tiram associado com polímero, verificaram menor NVP do que as sementes sem tratamento, podendo inferir a influência do tempo de pós-tratamento no desempenho das plantas oriundas

destas sementes, com posterior atuação negativa nos componentes de produtividade da cultura.

Em relação ao lote 14 (Cultivar BRS 7380 RR), o tratamento com piraclostrobina + tiofanato-metílico + fipronil (Figura 2b), proporcionou redução no NVP ao longo do tempo de pós-tratamento, assemelhando-se ao comportamento dos lotes da Figura 2a. Sendo essa variável, influenciada pelos períodos de pós-tratamento dos produtos químicos, independente do genótipo avaliado.

Também, Santos *et al.* (2019) observaram menor número de vagens por planta em sementes tratadas com produtos químicos a base de tiametoxam, tiram, entre outros, quando essas foram comparadas as sementes sem tratamento. Porém, Ferrazza *et al.* (2020) inferiu que sementes tratadas com fungicidas e inseticidas apresentaram superioridade no NVP em relação ao tratamento sem a adição dos produtos químicos, nota-se que o período de tratamento é relacionado ao tempo de 0 horas, ou seja, tratar as sementes e semear, favorece assim, o desenvolvimento dos componentes de produtividade, evidente nas Figuras 2a e 2b (Lote 14).

Esse comportamento no número de vagens por planta, pode, também, estar associado as questões ambientais, como temperaturas elevadas (Figura 1), principalmente durante o período de florescimento, prejudicando ainda mais o pegamento no número de flores e em consequência o número de vagens por planta. O número de vagens por planta é determinado pelo equilíbrio entre a produção de flores por planta e a proporção destas desenvolvidas em vagem (JIANG; EGLI, 1993; MUNDSTOCK, 2005). Todos esses fatores em conjunto podem ter contribuído para a redução no número de vagens por planta dos cultivares de soja, ou ainda pode-se supor que o maior tempo de exposição das sementes ao tratamento leve a alterações fisiológicas que alteram o comportamento das plantas.

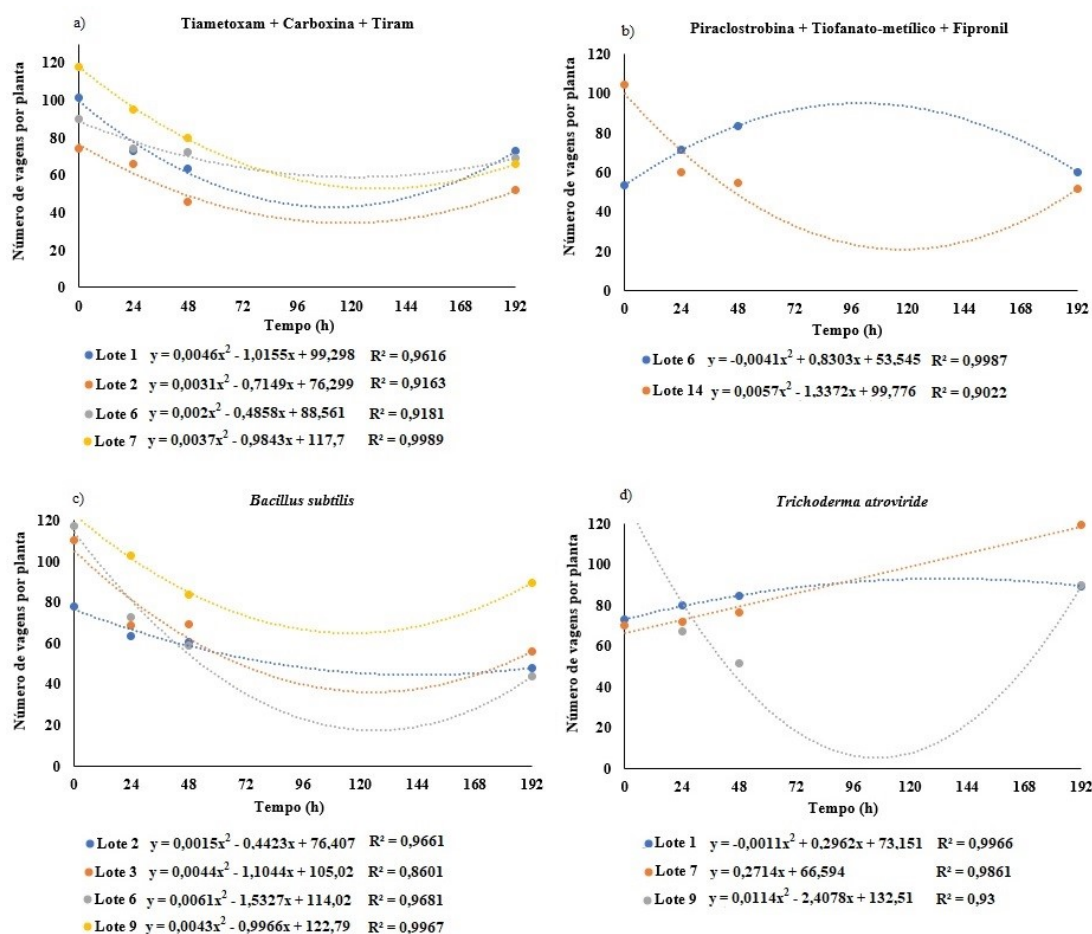
Embora, supõe-se que os produtos químicos possam causar danos maiores nas sementes em comparação aos produtos biológicos, a inoculação com *Bacillus subtilis*, apresentou semelhanças de atuação dos lotes para o NVP, com reduções ao longo dos períodos de exposição das sementes à bactéria promotora do crescimento (Figura 2c). Isso reforça que o tempo de pós-tratamento em sementes armazenadas, seja com produtos químicos ou não, podem interferir no desenvolvimento das sementes, causando reduções nos seus componentes de produtividade, com variações entre os genótipos.

Respostas da inoculação do fungo *Trichoderma atroviride* estão evidenciadas na Figura 2d, na qual os lotes 1 (cultivar RM5885 RR) e 7 (cultivar 74I78RSF IRPO), apresentaram aumento no NVP, conforme o tempo de exposição das sementes,

comportamento contrário ao lote 9 (variedade DESAFIO 8473 RSF RR) e aos tratamentos das Figuras 2a, 2b (lote 14) e 2c, com reduções ao longo dos períodos. Chagas Junior *et al.* (2019) também observaram aumento no número de vagens por planta em diferentes cultivares de soja, quando essas foram inoculadas com produtos à base de *Trichoderma asperellum* e *Trichoderma harzianum*.

O uso de algumas linhagens de *Trichoderma spp.* em hortícolas, induziram estímulos no seu crescimento e florescimento (BAKER, 1989). A inoculação com *Trichoderma atroviride* provavelmente estimulou a produção de flores, tendo por consequência o desenvolvimento no número de vagens por planta, mesmo em condições de alta temperatura e baixa umidade, podendo ser observado nos lotes 1 (cultivar RM5885 RR) e 7 (cultivar 74I78RSF IRPO) (Figura 2d).

Figura 2. Número de vagens por planta (NVP) em função de tempo pós-tratamento de sementes de lotes de soja. Selvíria-MS, 2020.



Fonte: Dados da própria autora.

Na Figura 3a estão apresentados os dados do desdobramento para o tratamento com piraclostrobina + tiofanato-metílico + fipronil dentro do tempo de exposição para o número de sementes por vagem (NSV), um dos componentes relacionados com o potencial produtivo da cultura da soja, no entanto, houve uma redução no parâmetro para todos os lotes conforme o aumento do tempo pós-tratamento para a semeadura. Resultados de Gomes, Dalchiavon e Valadão (2017), corroboram com os dados apresentados, onde o tratamento de sementes de soja com o uso de produtos químicos a base de piraclostrobina + tiofanato-metílico + fipronil, carbendazin, tiametoxan, tiram, entre outros, reduziu o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem.

O número de sementes por vagem está ligado diretamente ao número de vagens por planta, embora, apenas o lote 6 (cultivar BONUS 8579 RSF IPRO) apresentou resposta ao tratamento com o produto químico para o NVP (Figura 2b), o cultivar, ainda assim,

demonstrou a relação de redução para ambas as variáveis, conforme o aumento no tempo de pós-tratamento com o produto químico (Figuras 2b e 3a). Segundo Peixoto *et al.* (2000), o número de vagens de um determinado cultivar está associado a outras variáveis de produção, sendo principalmente o número de grãos por vagem, pois existe ampla variação genotípica.

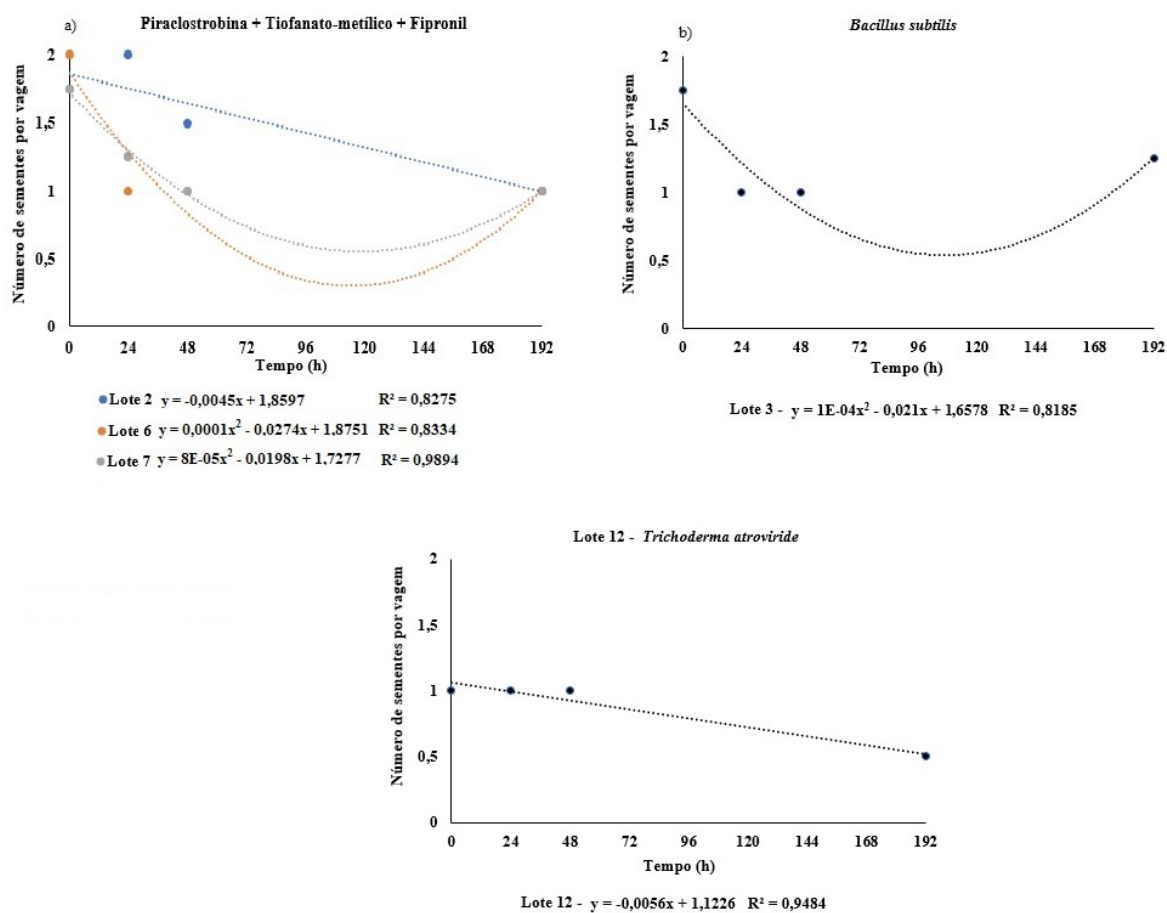
Em experimento com sementes de soja de diferentes cultivares, tratadas com piraclostrobina + tiofanato-metílico + fipronil, e outros, e armazenadas por um período de 240 dias e tratadas no momento da semeadura, Brzezinski *et al.* (2015) observaram efeitos isolados de seus cultivares para os componentes NVP e NSV, com aumento de ambos, quando as sementes foram tratadas e armazenadas. Pode-se observar que o melhor tempo de pós-tratamento para os cultivares no presente trabalho é o tempo de 0 horas, ou seja, tratar as sementes e semear, assegura o desenvolvimento dos componentes de produtividade para determinados genótipos (Figura 3a).

O mesmo comportamento de redução no número de sementes por vagem ao longo do período de exposição das sementes foi observado para os tratamentos com os produtos biológicos (Figura 3b e 3c). O lote 3 (cultivar BONUS 8579 RSF IPRO), apresentou queda para o NSV para a inoculação com *Bacillus subtilis* (Figura 3b), podendo relacionar esse fator ao número de vagens por planta (Figura 2c), confirmando a correlação entre os dois componentes de produtividade.

Além disso, condições de alta temperatura são deletérias ao desenvolvimento das células bacterianas, podendo essas entrarem em estado de letargia, ou seja, fase de crescimento lento ou estacionária (LANNA FILHO; FERRO; PINHO, 2010). Os isolados bacterianos podem apresentar dificuldades de se estabelecer e sobreviver em diferentes condições edafoclimáticas (ATKINSON; WATSON, 2000). Devido a exposição das rizobactérias as altas temperaturas no presente trabalho, possivelmente, essas podem ter reduzido suas atividades microbianas atribuídas ao desenvolvimento vegetal, podendo dessa forma, reduzir alguns componentes de produção.

Além da redução no número de sementes por vagem pela aplicação do *Bacillus subtilis*, a inoculação com o fungo *Trichoderma atroviride*, para o lote 12 (cultivar 80I84 RSF IPRO) (Figura 3d), também, apresentou redução no NSV após a exposição das sementes ao tratamento, conferindo características de comportamento semelhante do fungo em relação a rizobactéria.

Figura 3. Número de sementes por vagem (NSV) em função de tempo pós-tratamento de sementes de lotes de soja. Selvíria-MS, 2020.



Fonte: Dados da própria autora.

Na Tabela 2, estão descritos os dados da análise de variância, com interação entre os fatores (lotes x tempo pós-tratamento x produtos) para massa de 100 sementes (M100), produtividade, índice de clorofila (ICF), teor de nitrogênio (N), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G) e massa seca de planta inteira (MS).

Tabela 2. Análises de variância para massa de 100 sementes (M100), produtividade, índice de clorofila (ICF), teor de nitrogênio (N), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G) e massa seca de planta inteira (MS), em função de tempo pós-tratamento de sementes de lotes de soja. Selvíria-MS, 2020.

Tratamentos	M100	Produtividade	ICF	N	PCG	G	MS
F	--g--	kg. ha ⁻¹		-g. kg ⁻¹ -	-----%-----		-mg-
Lotes (L)	395,68*	416,93*	75,38*	21,32*	6516,58*	1105,33*	5970,75*
Tempos (T)	28,79*	438,54*	135,89*	21,10*	104,15*	33,29*	757,07*
Produtos (P)	12,49*	65,08*	21,79*	1,59 ^{ns}	538,20*	8,55*	1322,83*
L x T	44,93*	50,97*	8,54*	3,38*	288,67*	53,15*	518,59*
L x P	13,35*	21,42*	6,07*	3,47*	567,97*	53,00*	932,30*
T x P	20,97*	45,60*	24,08*	0,95 ^{ns}	288,67*	53,15*	133,99*
L x T x P	11,66*	31,02*	11,19*	1,91*	145,89*	36,86*	297,08*
CV (%)	2,71	6,22	4,20	6,22	9,90	13,07	7,55

Nota: * – significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo; CV – coeficiente de variação.
 Fonte: Dados da própria autora.

Nos lotes com efeitos significativos, o desdobramento para massa de 100 sementes (M100), evidenciaram comportamentos antagônicos, quando tratados com piraclostrobina + tiofanato-metílico + fipronil (Figura 4a e 4b), os lotes 1 (cultivar RM5885 RR), 3 (cultivar BONUS 8579 RSF IPRO) e 6 (cultivar 75I77 RSF IPRO) reduziram a massa de 100 sementes conforme aumentou-se o tempo exposição das sementes ao tratamento. Já os lotes 2 (cultivar RM5885 RR), 7 (cultivar 74I78RSF IRPO), 12 (cultivar 80I84 RSF IPRO) e 14 (cultivar BRS 7380 RR) apresentaram aumento da variável conforme progrediu o tempo de pós-tratamento.

Entretanto, para o tratamento com tiametoxam + carboxina + tiram, apenas o lote 6 (cultivar 75I77 RSF IPRO) expressou redução na massa de 100 sementes (Figura 4c), comportamento semelhante ao tratamento anterior (Figura 4b), sendo o tempo de 0 horas o mais adequado, para os lotes que apresentaram diminuição nesta avaliação, para ambas formulações químicas (Figuras 4a, 4b e 4c). Resultados semelhantes foram constatados por Brzezinski *et al.* (2015), o armazenamento de sementes de soja tratadas reduz a massa de 100

sementes em relação a semeadura imediata, após o tratamento. Pois, o tratamento de sementes com produtos químicos pode gerar algumas limitações no desenvolvimento, devido aos efeitos dos ingredientes ativos na qualidade das sementes durante o armazenamento com consequências no seu desenvolvimento em campo.

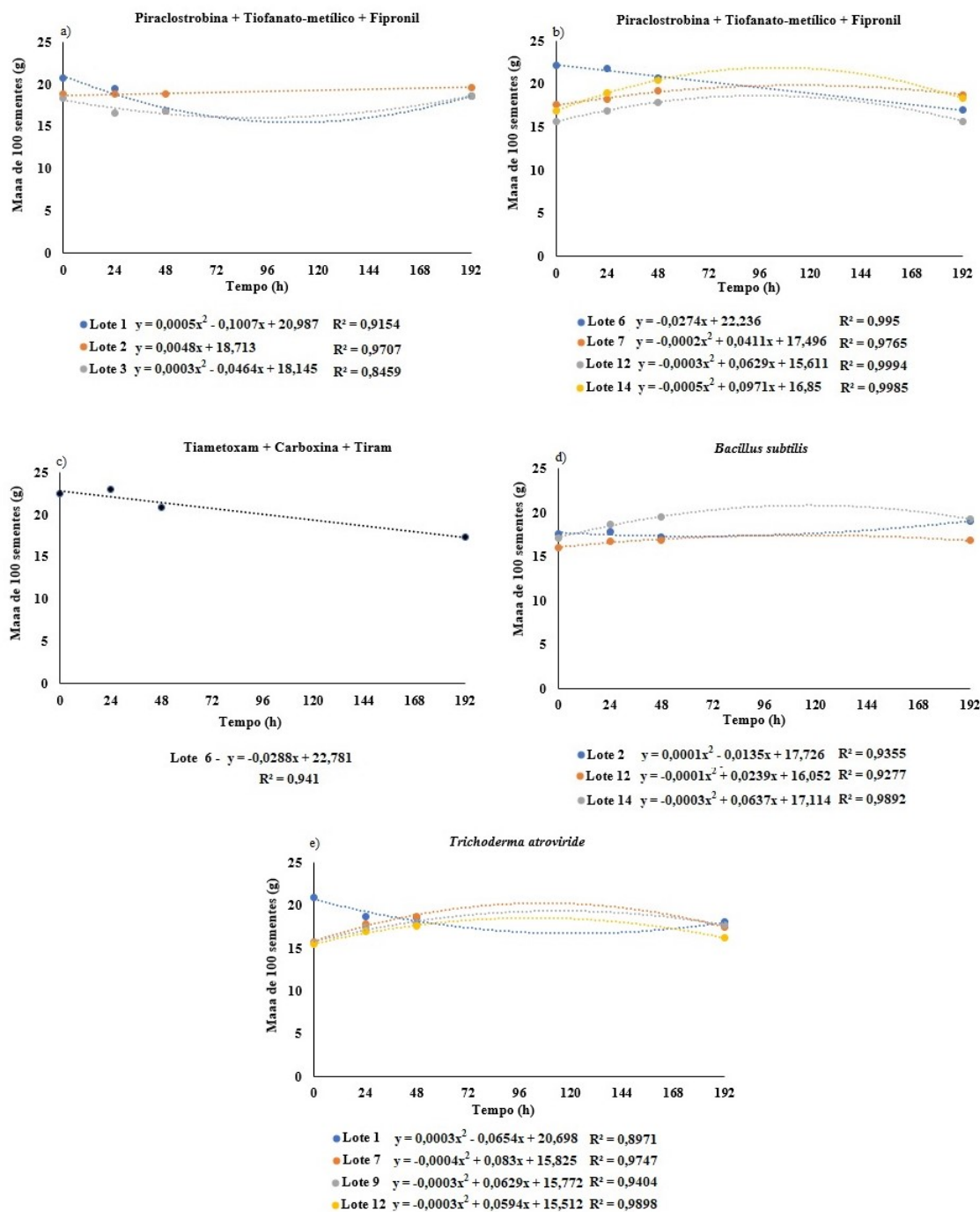
Ao compararem diferentes misturas de produtos químicos no tratamento de sementes de soja antes da semeadura, Sebald *et al.* (2018) observaram que as plantas oriundas das sementes tratadas com carboxina + tiram apresentaram as menores médias para a massa de mil grãos. No entanto, alguns trabalhos citados na literatura, não encontraram diferença entre o tratamento de sementes com produtos químicos para a massa de 100 sementes (CUNHA *et al.*, 2015; GOMES; DALCHIAVON; VALADÃO, 2017; SANTOS *et al.*, 2019).

Para a inoculação com *Bacillus subtilis*, os lotes 2 (cultivar RM5885 RR), 12 (cultivar 80I84 RSF IPRO) e 14 (cultivar BRS 7380 RR) apresentaram significância para a massa de 100 sementes (Figura 4d), com aumento do componente de produção até o tempo de 120 horas e 107 horas para os lotes 12 (cultivar 80I84 RSF IPRO) e 14 (cultivar BRS 7380 RR) respectivamente. Entretanto, para o lote 2 (cultivar RM5885 RR) houve redução no parâmetro conforme aumentou-se o tempo de exposição das sementes ao tratamento.

Comportamentos semelhantes foram evidenciados na inoculação com *Trichoderma atroviride* para o lote 1 (cultivar RM5885 RR), mesmo cultivar do lote 2 (cultivar RM5885 RR), ambos com reduções na massa de 100 sementes, tanto para a inoculação com a bactéria como para o fungo (Figura 4d e 4e). Em contrapartida, os lotes 7 (cultivar 74I78RSF IRPO), 9 (variedade DESAFIO 8473 RSF RR) e o 12 (cultivar 80I84 RSF IPRO), apresentaram aumento da massa de 100 sementes até o tempo de 104, 105 e 99 horas respectivamente, evidenciando semelhanças dos cultivares em relação aos tratamentos biológicos.

O uso desses microrganismos, podem favorecer positivamente a emergência, enraizamento, comprimento e o desenvolvimento das plantas, como também, pode influenciar nos componentes de produção das culturas (ARAÚJO; HUNGRIA, 1999). Segundo Melo (1998), 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. Fato esse, evidenciado nas respostas positivas e negativas dos produtos biológicos nos lotes apresentados (Figuras 4d e 4e).

Figura 4. Massa de 100 sementes (M100) em função de tempo pós-tratamento de sementes de lotes de soja. Selvíria-MS, 2020.



Fonte: Dados da própria autora.

Em relação ao desdobramento das interações para o componente produtividade (kg ha^{-1}), apenas o lote 7 (cultivar 74I78RSF IRPO) apresentou diferença significativa ao tratamento com tiametoxam + carboxina + tiram (Figura 5a), com aumento de produtividade até o tempo de 94 horas, com máxima de 3.296 kg ha^{-1} , produtividade acima da média nacional, com média de 3.206 kg ha^{-1} na safra 2018/2019 (CONAB, 2019). O composto químico tiametoxan, pode inferir algumas alterações fisiológicas nas plantas, como incremento à nutrição mineral, promovendo respostas positivas no desenvolvimento, como também, o aumento da síntese de

aminoácidos, proteínas e a síntese endógena de hormônios, atrelados ao aumento significativo da produção (CARVALHO, PERLIN; COSTA, 2011). Correspondendo assim, o aumento na produtividade das sementes de soja (Figura 5a).

Para o tratamento com piraclostrobina + tiofanato-metílico + fipronil houve comportamento divergente entre os lotes com efeitos significativos ao tratamento (Figura 5b). Os lotes 1 (cultivar RM5885 RR), 2 (cultivar RM5885 RR) e 12 (cultivar 80I84 RSF IPRO), apresentaram aumento da produtividade conforme aumentou-se o tempo de pós-tratamento das sementes até os tempos de 76 e 96 horas, com produtividades máximas de 2.922 kg ha⁻¹ e 2.360 kg ha⁻¹, lotes 1 (cultivar RM5885 RR) e 12 (cultivar 80I84 RSF IPRO) respectivamente, valores menores em relação ao tratamento com tiametoxam + carboxina + tiram (Figura 5a).

Outro fato a ser analisado foi o aumento na massa de 100 sementes (Figura 4a e 4b) para os lotes 2 (cultivar RM5885 RR) e 12 (cultivar 80I84 RSF IPRO), com posterior aumento na produtividade (Figura 5b), podendo mostrar a relação entre os componentes, as características dos cultivares e o tratamento com o produto a base de piraclostrobina + tiofanato-metílico + fipronil. Estudos de Brzezinski *et al.* (2015), também, verificaram aumentos de produtividade com o tratamento de sementes com produtos químicos, porém, o tempo de tratamento ideal foi a aplicação dos produtos no momento da semeadura ao invés de sementes tratadas e armazenadas.

Para o lote 3 (cultivar BONUS 8579 RSF IPRO) ocorreu redução de produtividade conforme aumentou-se o período de exposição das sementes ao tratamento com piraclostrobina + tiofanato-metílico + fipronil. (Figura 5b), resultado esse, em concordância com a massa de 100 sementes (Figura 4a). Segundo Piccinin *et al.* (2013), sementes tratadas e armazenadas com fipronil e tiametoxam, podem sofrer alterações no metabolismo, desencadeando desorganizações nas membranas celulares, conferindo quedas de vigor. Assim, sementes de baixo vigor semeadas no campo, podem sofrer reduções de desempenho, levando a perdas de produção. Da mesma forma Gomes, Dalchiavon e Valadão (2017), demonstraram redução da produtividade de sementes de soja quando submetidas ao tratamento com produtos químicos.

A inoculação com a rizobactéria, também, apresentou resultados diferentes entre os lotes significativos, a exposição das sementes aos períodos de pós-tratamento (Figura 5c). Os lotes 1 (cultivar RM5885 RR), 3 (cultivar BONUS 8579 RSF IPRO), 6 (cultivar 75I77 RSF IPRO) e 7 (cultivar 74I78RSF IRPO), aumentaram a produtividade até os tempos de 85, 86 e 111 horas, com produtividades de 2.305; 2.447 e 3.0789 kg ha⁻¹, lotes 3 (cultivar BONUS 8579 RSF IPRO), 6 (cultivar 75I77 RSF IPRO) e 7 (cultivar 74I78RSF IRPO),

respectivamente, com reduções conforme aumentou-se o tempo de pós-tratamento. Já o lote 9 (variedade DESAFIO 8473 RSF RR), diminuiu a produtividade conforme progrediu-se o tempo de exposição das sementes ao *Bacillus subtilis*.

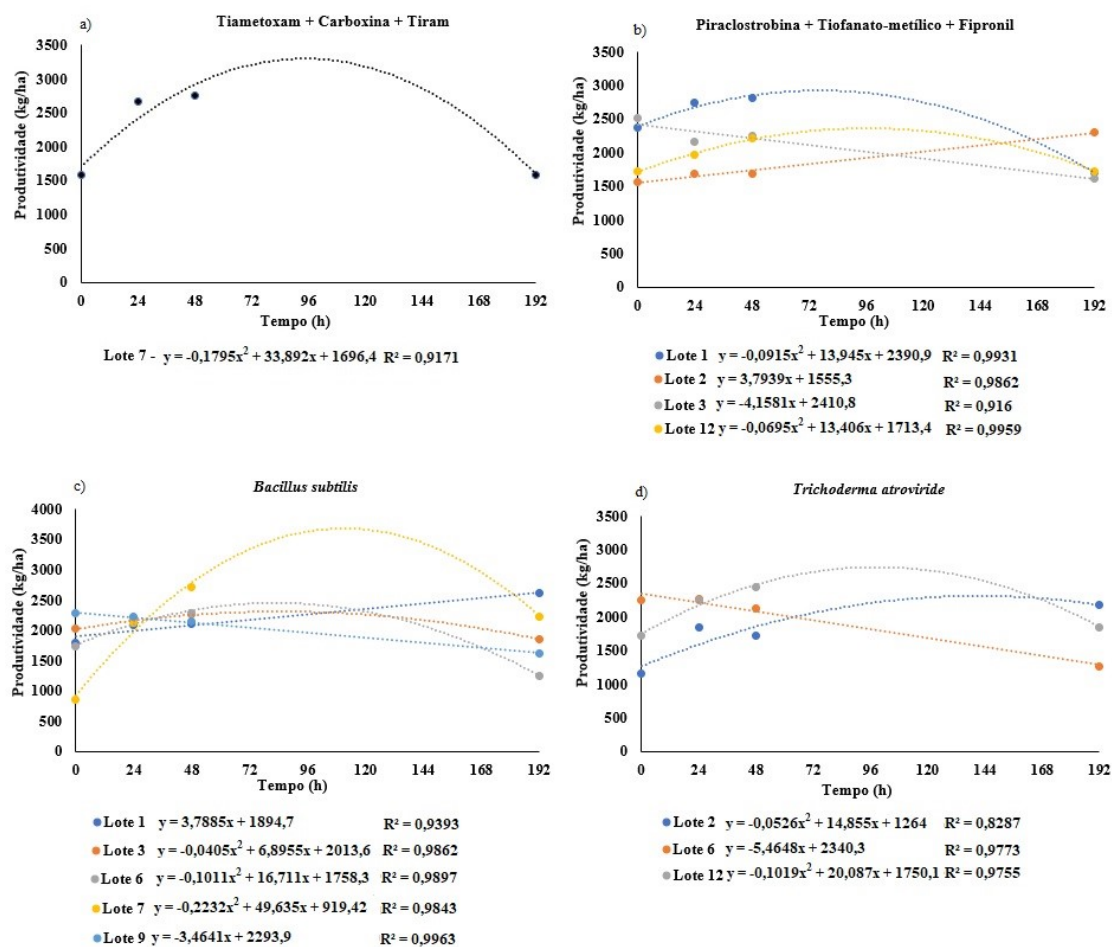
A rizobactéria *Bacillus subtilis* produz fitohormônios como o ácido indol-acético (AIA), que proporcionam estímulos no desenvolvimento radicular de plantas de soja (ARAÚJO *et al.*, 2005), além disso, esses microrganismos podem solubilizar fosfato e aumentar a disponibilidade deste nutriente para as plantas (DIAZ; BARON; RIGOBELLO, 2019), contribuindo para uma melhor nutrição durante o ciclo da cultura, com aumentos significativos de produtividade (Figura 5c).

Os lotes submetidos ao tratamento com o fungo *Trichoderma atroviride* demonstraram-se divergentes (Figura 5d), características semelhantes ao tratamento com a rizobactéria (Figura 5c). Os lotes 2 (cultivar RM5885 RR) e 12 (cultivar 80I84 RSF IPRO), apresentaram aumento de produtividade até os tempos de 141 e 98 horas, com 2.314 e 2.740 kg ha⁻¹ respectivamente. Em contrapartida, o lote 6 (cultivar 75I77 RSF IPRO) reduziu sua produtividade conforme aumentou-se o tempo de pós-tratamento, com máxima de 2.335 kg ha⁻¹ para a inoculação no tempo de 0 horas (Figura 5d), comportamento diferente quando inoculado com *Bacillus subtilis* (Figura 5c), podendo verificar a capacidade de respostas divergentes dos genótipos aos tratamentos com os microrganismos.

Resultados semelhantes ao presente estudo foram confirmados por Chagas *et al.* 2017, segundo os autores a utilização de *Trichoderma asperellum* inoculado via sementes mesmo em clima quente, favoreceu o aumento de produtividade da soja, caracterizando o fungo como promotor de crescimento de plantas. As espécies de *Trichoderma* sp. colonizam raízes e proporcionam aumento, crescimento e desenvolvimento dessas, provendo melhores absorções dos nutrientes pelas plantas. Além de promover a solubilização de fosfatos (CHAGAS *et al.*, 2016) esses microrganismos, produzem hormônios de crescimento, contribuindo no aumento da produtividade, no caso, a cultura da soja (Figura 5d).

Segundo Chagas Junior *et al.* (2019) a maioria das espécies de *Trichoderma* apresentam comportamentos diferentes, principalmente quando relacionados a sua finalidade, podendo atuarem como agentes de controlo biológico e como promotores de crescimento em plantas. Além disso, as condições do ambiente e a microbiota do solo, são fatores críticos para o desenvolvimento e estabelecimento do fungo nas plantas, o que pode tornar mais variável o crescimento e o controle de patógenos quando comparados aos produtos químicos.

Figura 5. Produtividade (kg ha⁻¹) em função de tempo pós-tratamento de sementes de lotes de soja. Selvíria-MS, 2020.



Fonte: Dados da própria autora.

Na Tabela 3, estão descritos os dados da análise de variância para produtividade (kg. ha⁻¹) em função de cultivares, lotes, tratamentos químicos, biológicos e tempo pós-tratamento de sementes da soja.

Tabela 3. Produtividade (kg. ha⁻¹) de sementes de soja em função de cultivares, lotes, tratamentos químicos, biológicos e tempo pós-tratamento. Selvíra-MS, 2020.

Cultivares	lote	0h			24h				
		C	S	TC	B	C	S	TC	B
RM5885RR	1	2217Aa	2365 Aab	1770 Bc	1793 Bbc	2744 Aa	2732 Aa	2662 Ab	2083 Ba
RM5885RR	2	1825Bbc	1560 Cde	1156 Dd	2170 Aa	2072 Abc	1687 Bd	1837 Bd	2063 Aa

BONUS8579RSFIPRO	3	2289 Ca	2513 Ba	2869 Aa	2026 Dab	2125 Ab	2159 Bbc	3021 Aa	2126 Ba
75I77RSFIPRO	6	1610 Bbc	1829 Bc	2248 Ab	1729 Bc	2190 ABb	2409 Ab	2269 ABc	2169 Ba
74I78RSFIPRO	7	1582 Bc	1405 Be	2257 Ab	859 Ce	2669 Ba	2687 Ba	3057 Aa	2121 Ca
DESAFIO8473RSFRR	9	1792 Bbc	2131 Ab	2329 Ab	2270 Aa	2515 ABa	2313 BCb	2732 Ab	2227 Ca
80I84RSFIPRO	12	1854 Ab	1723 Acd	1718 Ac	1123 Bd	1711 Cd	1974 Bc	2247 Ac	2163 ABa
BRS7380RR	14	1180 Ad	1067 Af	1228 Ad	442 Bf	1862 Bcd	1677 Bd	2145 Ac	1648 Bb
		48h				192h			
RM5885RR	1	2273 Bb	2815 Aa	2067 Bb	2099 Bb	2350 Bab	1696 Cb	1651 Cc	2604 Aa
RM5885RR	2	1514 Ad	1685 Ab	1712 Ac	1264 Bd	1720 Bcd	2292 Aa	2181 Ab	1756 Bc
BONUS8579RSFIPRO	3	2195 Ab	2253 Aa	2150 Ab	2268 Ab	2174 Bb	1621 Db	2456 Aa	1843 Cc
75I77RSFIPRO	6	1805 Bc	1701 Bb	2132 Ab	2288 Ab	2542 Aa	1729 Bb	1270 Cd	1243 Cd
74I78RSFIPRO	7	2756 Aa	2252 Ba	2176 Bab	2707 Aa	1590 Bd	1675 Bb	1636 Bc	2225 Ab
DESAFIO8473RSFRR	9	2071 Ab	1702 Bb	2183 Aab	2140 Ab	2223 Ab	1654 Bb	1693 Bc	1624 Bc
80I84RSFIPRO	12	1741 Ccd	2209 Ba	2437 Aa	1819 Cc	1783 Acd	1725 Ab	1850 Ac	1708 Ac
BRS7380RR	14	1222 Be	1221 Bc	1617 Ac	1186 Bd	1908 Ac	1109 Bc	321 Ce	1113 Bd

*Para cada tempo letras minúsculas na coluna vão diferenciar lote dentro de cada tempo.

*Para cada lote letras maiúsculas na linha vão diferenciar tratamentos dentro de cada tempo.

Fonte: Dados da Própria autora.

A concentração de clorofila nas folhas de diversas culturas, apresenta correlação positiva com a concentração de nitrogênio foliar, sendo que em torno de 70% do teor de nitrogênio contido nas folhas está presente nos cloroplastos, com relação direta na síntese e na estrutura das moléculas de clorofila (WOOD; REEVES; HIMELRICK, 1993; SINGH *et al.*, 2010). Na Tabela 3, pode ser visualizado os coeficientes de correlação simples, entre índice de clorofila (ICF) e o teor de nitrogênio (N) nas folhas, em função dos tempos e tratamentos de sementes semeadas no campo.

Observando-se a correlação entre o índice de clorofila e o teor de N para o tratamento de sementes com tiametoxam + carboxina + tiram, dentre os tempos de pós-tratamento foram verificadas correlações positivas para semeadura imediata pós-tratamento (0 horas) nos lotes 1 (cultivar RM5885 RR), 7 (cultivar 74I78RSF IRPO) e 14 (cultivar BRS 7380 RR); 24 horas nos lotes 3 (cultivar BONUS 8579 RSF IPRO) e 6 (cultivar 75I77 RSF IPRO); 48 horas nos lotes 2 (cultivar RM5885 RR) e 12 (cultivar 80I84 RSF IPRO) e para as 192 horas, o lote 2 (cultivar RM5885 RR) (Tabela 3).

Entretanto, a correlação positiva para os lotes tratados a base de piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil ocorreu para os tempos de 0 horas (lote 3) (cultivar BONUS 8579 RSF IPRO) e 24 horas (lote 9) (variedade DESAFIO 8473 RSF RR) (Tabela 3). Segundo Pereira *et al.* (2010) a redução no teor de clorofila em soja, está diretamente relacionada ao tratamento antecipado com produtos químicos a base de carbendazin + thiram + inoculação com *Bradyrhizobium*, devido à redução no número de nódulos pela toxidez da mistura química sobre as bactérias fixadoras de nitrogênio, o que pode causar um menor aporte de nitrogênio

para a parte aérea das plantas, com possíveis reduções e alterações nos componentes de produtividade dos cultivares de soja.

A produtividade do lote 3 (cultivar BONUS 8579 RSF IPRO) apresentou redução com a exposição das sementes ao tempo de pós-tratamento, sendo que a semeadura imediata (0 horas) apresentou desempenho superior em relação aos demais tempos (Figura 5b), isso indica que tratar e semear imediatamente favorece o desempenho das plantas em termo de produtividade, com melhor aporte no teor de N e de clorofila (Tabela 3). As causas da redução não apresentam uma facilidade de explicação, uma hipótese seria de que poderia ocorrer alguma alteração nas sementes que poderiam comprometer o desempenho das plantas, no entanto, isto não é claramente evidenciado com relação aos vários parâmetros avaliados.

Resultados de Alcântara Neto *et al.* (2014) também inferiram que o tempo de contato dos produtos químicos proporcionam efeitos deletérios sobre a sobrevivência dos rizóbios e a produção de nódulos na soja, com menores efeitos com a aplicação do produto a base de piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil, mantendo-se o número de células bacterianas até 48 horas após o tratamento das sementes com o produto químico.

Devido a existência da relação direta entre o índice de clorofila e o teor de nitrogênio nas folhas (LEONARDO *et al.*, 2013), essa pode ser utilizada para avaliar a eficiência das bactérias fixadoras de nitrogênio na planta hospedeira (PEREIRA *et al.*, 2010) e no caso do presente estudo, a ação do tempo pós-tratamento dos produtos químicos e biológicos mais a adição de *Bradyrhizobium japonicum* no comportamento e desenvolvimento dos cultivares, apresentando correlações positivas e negativas para os tratamentos avaliados (Tabela 3).

Houve correlações positivas para a inoculação com os produtos biológicos entre o índice de clorofila e o teor de N nas folhas (Tabela 3). O lote 9 (variedade DESAFIO 8473 RSF RR) apresentou significância para o tempo de 24 horas pós-tratamento com a inoculação com *Bacillus subtilis*. Podendo observar redução da produtividade conforme aumentou-se o tempo de pós-tratamento para o cultivar, com reduções significativas após as 24 horas pós-tratamento (Figura 5c).

Este comportamento sugere que pode ocorrer uma ação de competitividade entre as rizobactérias e os rizóbios, podendo aumentar os sítios de infecção e à ação inibitória do crescimento de fungos patogênicos nas raízes (ARAUJO; HUNGRIA, 1999), contribuindo com o aumento da fixação biológica de nitrogênio. Segundo Araújo *et al.* (2009), a inoculação de *Bacillus subtilis* favoreceu o aumento na nodulação em plantas de feijão-caupi, devido a associação entre as rizobactérias e o *Bradyrhizobium*, aumentando a fixação biológica de N e o crescimento das leguminosas. Ainda, os autores afirmam, que o maior teor de N nas folhas

contribuiu para o aumento no teor de clorofila, sendo esse, um importante nutriente na sua formação.

Em relação a correlação da inoculação com *Trichoderma atroviride* o número de lotes positivos foi maior em comparação com a rizobactéria, o tempo de exposição das sementes nas 0 horas teve relação positiva para os lotes 2 (cultivar RM5885 RR) e 9 (variedade DESAFIO 8473 RSF RR), para o tempo de 24 horas, correlação com o lote 7 (cultivar 74I78RSF IRPO), e para o tempo de 48 horas com o lote 12 (cultivar 80I84 RSF IPRO).

Fungos do gênero *Trichoderma* são utilizados no controle biológico de patógenos e na promoção do crescimento vegetal, assemelhando-se a ação das rizobactérias. Chagas Junior *et al.* (2015) com o objetivo de avaliar a ação combinada de *Trichoderma asperellum* e rizóbios em sementes de feijão-caupi, quanto a eficiência da promoção de crescimento e o biocontrole da mela, afirmaram que não houve interferência do fungo sobre os rizóbios, apresentando os melhores resultados de nodulação e aumento no teor de nitrogênio quando inoculados juntos, via tratamento de sementes.

Dessa forma, a colonização do *Trichoderma* no sistema radicular da planta pode aumentar o crescimento, o biocontrole e a fixação biológica de nitrogênio, por proporcionar melhores condições de desenvolvimento dos rizóbios na rizosfera das plantas. No entanto, a atuação desses fungos, pode variar de acordo com a especificidade da cepa, do seu modo de ação, do estabelecimento no campo, como também, de sua seleção como agente de biocontrole, podendo atuar sobre um ou mais patógenos (GONÇALVES *et al.*, 2018).

Pode-se observar que o período de exposição das sementes aos produtos fitossanitários, pode influenciar a ação e o comportamento dos genótipos de soja nas condições de campo, com efeitos sobre os seus componentes de produtividade. Mudanças na agricultura são constantes, sendo essencial, a prática contínua de pesquisas no que diz respeito ao desenvolvimento de genótipos eficientes, e os efeitos dos diversos produtos fitossanitários aplicados no tratamento de sementes, promovendo maior segurança e confiança em todo o processo produtivo.

Tabela 3. Coeficientes de correlação simples (r) entre os dados obtidos do índice de clorofila (ICF) e teor de nitrogênio (N) em função de tempo pós-tratamento de sementes de lotes de soja. Selvíria-MS, 2020.

Produtos (P)	RM5885 RR				RM5885 RR			
	0h	24h	48h	192h	0h	24h	48h	192h
C	0,88*	-0,56	-0,78	0,64	0,00	-0,10	0,95*	0,84*
S	-1,00	0,66	-0,48	0,79	0,00	0,02	-0,35	0,51

B	0,00	0,55	-0,82	0,36	0,00	-0,29	-0,65	-0,93
TC	0,00	0,16	-0,76	-0,06	1,00*	-0,11	-0,49	-0,58
BONUS 8579 RSF IPRO					75I77 RSF IPRO			
C	0,00	0,87*	0,68	0,20	0,00	0,98*	-0,97	0,71
S	1,00*	-0,55	-0,76	-0,81	0,00	-0,35	-0,44	0,18
B	0,00	0,28	-0,65	-0,98	-1,00	-0,91	0,39	-0,74
TC	-1,00	0,41	-0,15	-0,62	0,00	-0,63	0,16	0,40
74I78RSF IRPO					DESAFIO 8473 RSF RR			
C	1,00*	-0,89	-0,06	-0,74	0,00	-0,61	0,77	0,10
S	0,00	-0,20	0,22	-0,18	0,00	0,93*	-0,10	-0,65
B	0,00	-0,83	0,03	0,10	0,00	0,80*	-0,43	0,05
TC	-1,00	0,84*	-0,91	0,53	1,00*	0,65	0,54	0,54
80I84 RSF IPRO					BRS 7380 RR			
C	0,00	-0,01	0,91*	-0,64	1,00*	0,76	-0,47	-0,51
S	0,00	0,76	0,72	-0,66	0,00	0,30	-0,03	-0,73
B	0,00	0,01	0,66	-0,17	0,00	0,13	0,29	-0,38
TC	-0,01	-1,00	0,91*	-0,71	0,00	0,04	-0,99	-0,19

Nota: *r significativo a 5% de probabilidade ($0,8 \leq R < 1$). Lotes: 1 e 2 (cultivar RM5885 RR), 3 (cultivar BONUS 8579 RSF IPRO), 6 (cultivar 75I77 RSF IPRO), Lote 7 (cultivar 74I78RSF IRPO), Lote 9 (variedade DESAFIO 8473 RSF RR), Lote 12 (cultivar 80I84 RSF IPRO), Lote 14 (cultivar BRS 7380 RR); P- Produtos: (C) – tiametoxam + carboxina + tiram; (S) – piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil; (B) - *Bacillus subtilis*; (TC) - *Trichoderma atroviride*.

Fonte: Dados da própria autora.

6 CONCLUSÃO

Há reduções no desempenho das plantas de soja em função do tempo de semeadura pós-tratamento das sementes, com redução no número de vagens por planta, número de sementes por vagem e massa de 100 sementes, com intensa variação em função do cultivar e do produto utilizado.

Para os cultivares RM5885 RR, 74I78RSF IRPO e 80I84 RSF IPRO é possível tratar com os produtos químicos a base de tiametoxam + carboxina + tiram e piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil e esperar até 48 horas para realizar a semeadura sem prejuízos a produtividade, como também os tratamentos dos cultivares RM5885 RR, BONUS 8579 RSF IPRO, 75I77 RSF IPRO, 74I78RSF IRPO e 80I84 RSF IPRO com os microrganismos a base de *Bacillus subtilis* e *Trichoderma atroviride*.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA NETO, F.; PACHECO, L. P.; ARAÚJO, A. S. F.; PETTER, F. A.; ALMEIDA, F. A.; ALBUQUERQUE, J. A. A. Tempo de contato e de combinações de fungicidas, aditivo e inoculante sobre a sobrevivência de rizóbios e nodulação da soja. **Revista Agroambiente On-line**, Boa Vista, v. 8, n. 1, p. 149-154, 2014.
- ARAÚJO, A. S. F.; CARNEIRO, R. F. V.; BEZERRA, A. A. C.; ARAÚJO, F. F. Coinoculação rizóbio e *Bacillus subtilis* em feijão-caupi e leucena: efeito sobre a nodulação, a fixação de N₂ e o crescimento das plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 1, p. 182-185, 2009.
- ARAÚJO, F. F.; HENNING, A.; HUNGRIA, M. Phytohormones and antibiotics produced by *Bacillus subtilis* and their effects on seed pathogenic fungi and on soybean root development. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, Dordrecht, v. 21, p. 1639-1645, 2005.
- ARAÚJO, F. F.; HUNGRIA, M. Nodulação e rendimento de soja co-infectada com *Bacillus subtilis* e *Bradyrhizobium japonicum*/*Bradyrhizobium elkanii*. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, p. 1633-1643, 1999.
- ATKINSON, D. C.; WATSON, A. The beneficial rhizosphere: A dynamic entity. **Applied Soil Ecology**, Dublin, v. 15, p. 99-104, 2000.
- BAKER, R. Improved *Trichoderma* spp. for promoting crop productivity. **Trends of biotechnology**, Netherlands, v. 7, p. 34-38, 1989.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ ACS, 2009. 395 p.
- BRZEZINSKI, C. R.; HENNING, A. A.; ABATI, J.; HENNING, F. A.; FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; ZUCARELI, C. Seeds treatment times in the establishment and yield performance of soybean crops. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 37, n. 2, p. 147-153, 2015.
- CARVALHO, N. L.; PERLIN, R. S.; COSTA, E. C. Thiametoxam em tratamento de sementes. Monografias Ambientais - **Revista Eletrônica do PPGEAmbCCR/UFSM**, Santa Maria, v. 2, n. 2, p. 158-175, 2011.
- CHAGAS JUNIOR, A. F.; CHAGAS, L. F. B.; COLONIA, B. S. O.; MILLER, L. O. M.; OLIVEIRA, J. C. *Trichoderma asperellum* (UFT201) functions as a growth promoter for soybean plant. **African Journal of Agricultural Research**. África, v. 14, n. 33, p. 1772-1777, 2019.
- CHAGAS JUNIOR, F.; OLIVEIRA, A. G.; SANTOS, A. R.; REIS, G. B.; CHAGAS, H. F. B.; MILLER, L. L. O. Combined inoculation of *Rhizobia* and *Trichoderma* spp. on cowpea in the savanna, Gurupi-TO, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 10, n. 1, p. 27-33, 2015.

CHAGAS, L. F. B.; CHAGAS JUNIOR, A. F.; FIDELIS, R. R.; CARVALHO FILHO, M. R.; MILLER, L. O. *Trichoderma asperellum* efficiency in soybean yield componentes. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 8, n. 1, p. 165-169, 2017.

CHAGAS, L.F.B.; CASTRO, H.G.; COLONIA, B.S.O.; CARVALHO FILHO, M.R.; MILLER, L.O. & CHAGAS JUNIOR, A.F. Efficiency of *Trichoderma* spp. as a growth promoter of cowpea (*Vigna unguiculata*) and analysis of phosphate solubilization and indole acetic acid synthesis. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 437-445, 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**. 2020/2021. Segundo levantamento, novembro de 2020. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 16 nov. 2020.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**. 2018/2019. Décimo segundo levantamento, setembro de 2019. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 16 de novembro de 2020.

CUNHA, R. P.; CORRÊA, M. F.; SCHUCH, L. O. B.; OLIVEIRA, R. C.; ABREU JUNIOR, J. S.; SILVA, J. D. G.; ALMEIDA, T. L. Diferentes tratamentos de sementes sobre o desenvolvimento de plantas de soja. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 10, p. 1761-1767, 2015.

DAN, L. G. M.; DAN, H. A.; PICCININ, G. 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.

DIAZ, P. A. E.; BARON, N. C.; RIGOBELLO, E. C. *Bacillus* spp. as plant growth-promoting bacteria in cotton under greenhouse conditions. **Australian Journal of Crop Science**, Austrália, v. 13, n. 12, p. 2003-2014, 2019.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF. 3 ed., p. 356, 2013.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soy-bean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, Agriculture and Home Economics Experiment Station, Coopera-tive Extension Service, 1977. 11 p. (Special Re-port, 80).

FERRAZZA, F. L. F.; JACOBOSKI, D. T. K.; WYREPKOWSKI, A.; RODRIGUES, L.; FIGUEIRO, A. G.; PARAGINSKI, R. T. Qualidade de sementes e parâmetros produtivos de sementes de soja submetidas a diferentes tratamentos de sementes antes da semeadura. **Research, Society, and Development**, Paraná, v. 9, n. 9, 2020.

GOMES, Y. C. B.; DALCHIAVON, F. C.; VALADÃO, F. C. A. joint use of fungicides, insecticides and inoculants in the treatment of soybean seeds. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 64, n. 3, p. 258-265, 2017.

GONÇALVES, A. H.; CHAGAS, L. F. B.; SANTOS, G. R.; FIDELIS, R. R.; FILHO, M. R. C.; MILLER, L. O.; CHAGAS JUNIOR, A. F. F. *Trichoderma* efficiency in the maintenance and productivity of soybean plants in producing savana regions, Tocantins, Brazil. **Revista de Ciências Agrárias**, Portugal, v. 41, n. 1, p. 175-181, 2018.

JIANG, H.; EGLI, D.B. Shade induced change in flower and pod number and flower and fruit abscission in soybean. **Agronomy Journal**, United States, v. 85, n. 2, p. 221-225, 1993.

LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M.; PINHO, R. S. C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica**, Maranhão, v. 4, n. 2, p. 1-12, 2010.

LEONARDO, F. A. P.; PEREIRA, W. E.; SILVA, S. M.; COSTA, J. P. Teor de clorofila e índice spad no abacaxizeiro cv. Vitória em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 377-383, 2013.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2a ed., Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MELO, I. S. Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. (ed). Controle biológico. Jaguariúna: Embrapa, v. 1, p. 17-60, 1998.

MERTZI, L. M.; HENNING, F. A.; ZIMMERI, P. D. Bioprotetores e fungicidas químicos no tratamento de sementes de soja. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 13-18, 2009.

MUNDSTOCK, C. M. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Evangraf, 2005. 31 p.

PEIXOTO, C. P.; CÂMARA, G. M. S.; MARTINS, M. C.; MARCHIORI, L. F. S.; GUERZONI, R.A.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimentos de grãos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 89-96, 2000.

PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; CALDEIRA, C. M.; BOTELHO, F. J. E. Efeito do tratamento das sementes de soja com fungicidas e período de armazenamento na resposta da planta inoculada com *Bradyrhizobium*, **Revista Agroambiente On-line**, Boa Vista, v. 4, n. 2, p. 62-66, 2010.

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.

PORTUGAL, J. R; PERES, A. R.; RODRIGUES, R. A. F. Aspectos climáticos no feijoeiro. In: ARF O, LEMOS LB, SORATTO RP, FERRARI S (Eds.) **Aspectos gerais da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L)**. Botucatu: FEPAF, 2015. p. 65-75.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100)

RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

SANTOS, C. E.; NETO, J. J. D.; NEVES, P. R.; FONSECA, R. S. A.; KRAEMER, A. P. N.; LIMA, M. L. P. Tratamento químico de sementes e impacto sobre complexos de fitossanitários e elementos morfoagronômicos. **Brazilian Applied Science Review**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 1445-1454, 2019.

SEBALD, R. A.; PIMENTA JUNIOR, O. M.; CAVALCANTE, R. R.; MILHOMENS, K. K. B.; COLOMBO, G. A. Efeito do tratamento de sementes com fungicidas sobre a produção e sanidade de grãos de soja. **Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 12, p. 43-46, 2018.

SINGH, V.; SINGH, B.; SINGH, Y.; THIND, H. S.; GUPTA, R. K. Need based nitrogen management using the chlorophyll meter and leaf colour chart in rice and wheat in South Asia: a review. **Nutrient Cycling Agroecosyst**, Dordrecht, v. 88, p. 361-380, 2010.

WOOD, C. W.; REEVES, D. W.; HIMELRICK, D. J. Relationships between chlorophyll meter readings and leaf chlorophyll concentration, N status, and crop yield: a review. **Proceedings Agronomy Society of New Zealand**, New Zealand, v. 23, p.1-9, 1993.

APÊNDICE A - Índice de clorofila e produtividade (Correlação de Person)

Tabela 1. Coeficientes de correlação simples (r) entre os dados obtidos do índice de clorofila (ICF) e produtividade (kg. ha⁻¹) em função de tempo pós-tratamento de sementes de lotes de soja. Ilha Solteira-SP, 2020.

Produtos (P)	Lote 1				Lote 2			
	0h	24h	48h	192h	0h	24h	48h	192h
C	0,00	-0,36	0,54	0,77	-0,55	0,19	-0,68	-0,90
S	-0,67	0,47	0,38	0,36	-0,40	0,45	0,02	0,17
B	0,90*	0,26	0,44	0,97*	-0,81	-0,48	0,96*	0,34
TC	0,33	-0,80	-0,76	0,56	0,92*	-0,89	0,20	-0,46
Produtos (P)	Lote 3				Lote 6			
	0h	24h	48h	192h	0h	24h	48h	192h
C	0,01	-0,94	-0,59	-0,97	-0,29	-0,10	-0,85	-0,77
S	-0,28	-0,53	0,79	-0,07	-0,45	0,77	0,06	-0,81
B	-0,32	0,95*	-0,03	-0,93	-0,58	0,67	0,16	0,32
TC	0,82*	-0,13	-0,95	-0,07	-0,59	-0,01	-0,22	-0,01
Produtos (P)	Lote 7				Lote 9			
	0h	24h	48h	192h	0h	24h	48h	192h
C	0,02	0,82*	0,93*	0,63	0,65	-0,05	0,47	-0,21
S	0,93*	-0,89	-0,76	0,27	0,57	-0,04	-0,41	-0,14
B	-0,86	-0,91	0,48	0,33	0,54	-0,12	0,71	0,67
TC	-0,51	-0,47	0,05	0,11	-0,94	0,98*	-0,42	0,00
Produtos (P)	Lote 12				Lote 14			
	0h	24h	48h	192h	0h	24h	48h	192h
C	-0,31	-0,55	0,41	0,94*	-0,68	0,62	-0,27	-0,66
S	0,39	0,49	0,96	0,20	0,66	0,50	-0,27	0,94*
B	0,87*	-0,86	-0,27	-0,36	0,72	0,43	-0,87	-0,92
TC	-0,01	0,28	-0,92	-0,82	0,60	-0,41	0,61	0,68

Nota: *r significativo a 5% de probabilidade ($0,8 \leq R < 1$). Lotes: 1 e 2 (cultivar RM5885 RR), 3 (cultivar BONUS 8579 RSF IPRO), 6 (cultivar 75177 RSF IPRO), Lote 7 (cultivar 74178RSF IRPO), Lote 9 (variedade DESAFIO 8473 RSF RR), Lote 12 (cultivar 80I84 RSF IPRO), Lote 14 (cultivar BRS 7380 RR); P- Produtos: (C) – tiametoxam + carboxina + tiram; (S) – piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil; (B) - *Bacillus subtilis*; (TC) - *Trichoderma atroviride*.

Fonte: Dados da própria autora.

APÊNDICE B – Teor de nitrogênio e produtividade (Correlação de Person)

Tabela 1. Coeficientes de correlação simples (r) entre os dados obtidos teor de nitrogênio (N) e produtividade (kg. ha⁻¹) em função de tempo pós-tratamento de sementes de lotes de soja. Ilha Solteira-SP, 2020.

Produtos (P)	Lote 1				Lote 2			
	0h	24h	48h	192h	0h	24h	48h	192h
C	0,07	0,63	-0,88	0,38	1,00*	0,43	-0,52	-0,58
S	0,00	-0,34	0,59	0,85*	0,00	0,04	-0,37	-0,71
B	0,00	-0,59	-0,11	0,28	-1,00	0,73	-0,83	-0,19
TC	-1,00	-0,27	0,14	0,51	1,00*	-0,27	-0,35	-0,42
Produtos (P)	Lote 3				Lote 6			
	0h	24h	48h	192h	0h	24h	48h	192h
C	-1,00	-0,96	-0,77	0,04	0,00	-0,99	0,74	-0,10
S	-1,00	0,16	-0,96	-0,61	-1,00	-0,78	0,83*	0,38
B	-1,00	0,56	0,58	0,86*	1,00*	-0,29	-0,14	0,11
TC	-1,00	-0,08	-0,14	-0,66	0,00	0,38	0,55	0,90*
Produtos (P)	Lote 7				Lote 9			
	0h	24h	48h	192h	0h	24h	48h	192h
C	1,00*	-0,50	-0,41	-0,99	0,00	-0,53	-0,14	0,95*
S	0,00	0,61	-0,36	-0,11	1,00*	0,20	0,43	0,07
B	0,00	0,80*	-0,74	0,88	-1,00	0,01	-0,10	0,38
TC	1,00*	-0,61	-0,16	-0,70	-1,00	0,77	-0,65	0,82*
Produtos (P)	Lote 12				Lote 14			
	0h	24h	48h	192h	0h	24h	48h	192h
C	1,00*	-0,80	0,07	-0,54	0,00	0,98*	0,98*	0,47
S	1,00*	0,19	0,74	-0,36	0,00	-0,19	-0,82	-0,91
B	0,00	0,23	-0,82	0,06	1,00*	-0,82	-0,69	0,05
TC	-0,04	-0,28	-0,68	0,82	0,00	0,42	-0,62	-0,81

Nota: *r significativo a 5% de probabilidade ($0,8 \leq R < 1$). Lotes: 1 e 2 (cultivar RM5885 RR), 3 (cultivar BONUS 8579 RSF IPRO), 6 (cultivar 75I77 RSF IPRO), Lote 7 (cultivar 74I78RSF IRPO), Lote 9 (variedade DESAFIO 8473 RSF RR), Lote 12 (cultivar 80I84 RSF IPRO), Lote 14 (cultivar BRS 7380 RR); P- Produtos: (C) – tiametoxam + carboxina + tiram; (S) – piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil; (B) - *Bacillus subtilis*; (TC) - *Trichoderma atroviride*.

Fonte: Dados da própria autora.

APÊNDICE C - Produtividade e massa de 100 sementes (Correlação de Person)

Tabela 1. Coeficientes de correlação simples (r) entre os dados obtidos da produtividade (kg. ha⁻¹) e massa de 100 sementes (M100) em função de tempo pós-tratamento de sementes de lotes de soja. Ilha Solteira-SP, 2020.

Produtos (P)	Lote 1				Lote 2			
	0h	24h	48h	192h	0h	24h	48h	192h
C	0,29	0,74	-0,65	-0,32	-0,18	-0,22	-0,30	-0,45
S	0,64	0,86*	-0,09	-0,80	0,11	-0,07	0,80*	-0,08
B	0,20	-0,56	0,96*	0,94*	-0,53	0,76	-0,92	0,87*
TC	-0,24	0,22	0,96*	-0,42	0,98*	0,24	0,22	-0,70
Produtos (P)	Lote 3				Lote 6			
	0h	24h	48h	192h	0h	24h	48h	192h
C	1,00*	0,25	0,56	-0,09	0,38	-0,21	-0,39	-0,62
S	-0,32	-0,73	0,94*	0,19	0,98*	0,05	-0,30	-0,40
B	-0,51	-0,43	-0,09	-0,76	-0,04	0,50	-0,25	-0,54
TC	-0,77	0,21	0,86*	-0,46	0,38	-0,38	-0,93	-0,48
Produtos (P)	Lote 7				Lote 9			
	0h	24h	48h	192h	0h	24h	48h	192h
C	-0,84	-0,42	0,12	0,64	0,26	-0,15	0,58	0,88*
S	0,20	0,92*	0,86*	0,56	-0,17	0,15	-0,46	-0,18
B	0,80*	-0,28	0,72	0,55	-0,14	0,50	-0,22	-0,53
TC	0,95*	0,58	-0,92	0,31	-0,60	0,88*	-0,24	-0,01
Produtos (P)	Lote 12				Lote 14			
	0h	24h	48h	192h	0h	24h	48h	192h
C	-0,31	-0,64	-0,08	-0,11	-0,54	0,43	0,50	0,49
S	-0,01	0,71	-0,24	-0,93	-0,68	0,02	0,25	0,34
B	-0,18	-0,90	-0,46	0,85*	0,28	0,90*	-0,88	-0,57
TC	-0,23	0,03	0,47	0,57	-0,63	-0,85	0,60	0,87*

Nota: *r significativo a 5% de probabilidade ($0,8 \leq R < 1$). Lotes: 1 e 2 (cultivar RM5885 RR), 3 (cultivar BONUS 8579 RSF IPRO), 6 (cultivar 75I77 RSF IPRO), Lote 7 (cultivar 74I78RSF IRPO), Lote 9 (variedade DESAFIO 8473 RSF RR), Lote 12 (cultivar 80I84 RSF IPRO), Lote 14 (cultivar BRS 7380 RR); P- Produtos: (C) – tiametoxam + carboxina + tiram; (S) – piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil; (B) - *Bacillus subtilis*; (TC) - *Trichoderma atroviride*.

Fonte: Dados da própria autora.

APÊNDICE D – Fotos

1. Pesagem dos lotes para o tratamento de sementes (a); produtos a serem aplicados (b); homogeneização dos produtos aplicados as sementes (c); aplicação do inoculante as sementes tratadas (d); ajuda dos estudantes no tratamento das sementes (e); sementes tratadas para o armazenamento e a montagem dos testes (f).

a)



b)



c)



d)



e)



f)



APÊNDICE E – Fotos

1. Estufa de aquecimento 105 °C a); teor de água das sementes antes e após o armazenamento (b); preparo do material para a semeadura em papel germitest (c); rolos de germinação de sementes tratadas (d); germinador 25°C (e); leitura do material (f).

a)



b)



c)



d)



e)



f)



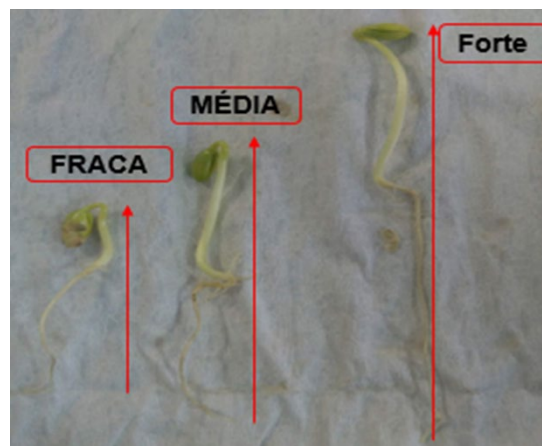
APÊNDICE F – Fotos

1. Classificação de vigor de plântulas de soja após os períodos de armazenamento (a); plântulas: fortes, médias e fracas (b); sementes com *Trichoderma atroviride* (c); sementes com *Bacillus subtilis* (d); sementes com tiametoxam + carboxina + tiram (e) – piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (f).

a)



b)



c)



d)



e)



f)



APÊNDICE G – Fotos

1. Comprimento de plântulas classificadas após o armazenamento (a); Câmara de circulação de ar forçada para a obtenção de massa seca das plântulas de soja (b); pesagem da massa seca plântulas de soja (c); sementes com danos mecânicos (e); sementes sem raízes secundárias tratadas com *Trichoderma atroviride* (e); sementes infectadas com fungos de armazenamento e bactérias (f).

a)



b)



c)



d)



e)



f)



APÊNDICE H – Fotos

1. Área experimental (a); continuação da área experimental (b); semeadura (c); cinco dias após a semeadura (d); 21 dias após a semeadura (e) e (f).

a)



b)



c)



d)



e)



f)



APÊNDICE I – Fotos

1. 26 dias após a semeadura (a); 33 dias após a semeadura (b) e (c); Início do florescimento R1 (d); Coleta do índice de clorofila (e); Florescimento pleno R2, coleta de trifólios para análise nutricional (f).

a)



b)



c)



d)



e)



f)



APÊNDICE J – Fotos

1. Desenvolvimento das vagens (a); Desenvolvimento da cultura (66 dias após a semeadura) (b) e (c); maturação da cultura (d); final de ciclo (e); início da colheita (f).

a)



b)



b)



d)



e)



f)



APÊNDICE K – Fotos

1. Final de ciclo (a); final de colheita (b); parte exterior galpão de armazenagem (b); interior do galpão (d); Peso das amostras (f).

a)



b)



c)



d)



c)



f)



APÊNDICE L– Fotos

1. Umidade das amostras (a); análises biométricas (a), (b), (c), (d) e (f).

a)



b)



c)



d)



e)



f)



APÊNDICE M – Fotos

1. Classificação das sementes (a), (b), (c), (d) e (e); massa de 100 sementes (f).

a)



b)



c)



d)



d)



f)



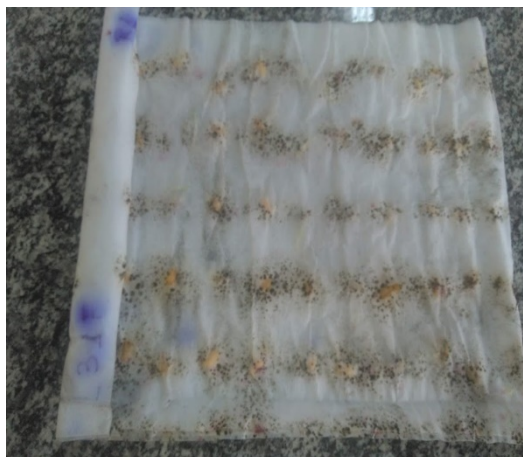
APÊNDICE N – Fotos

1. Teste de qualidade fisiológica das sementes após a colheita (a); fungos e bactérias nas sementes do campo (b), (c), (d) e (f).

a)



b)



c)



d)



e)



f)



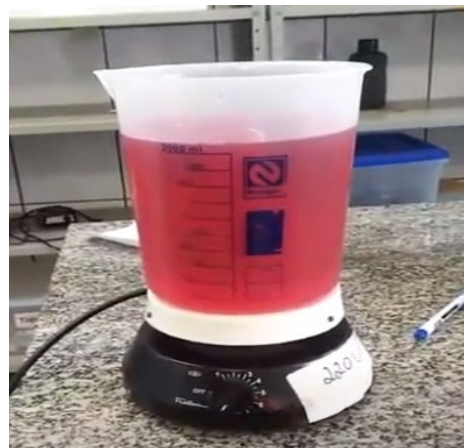
APÊNDICE O – Fotos

1. Pesagem para análise de nitrogênio foliar (a); preparo do indicador (b); aquecimento das amostras no bloco digestor (c); destilador de nitrogênio (d), titulação com bureta digital antes do ponto de viragem (e), titulação com bureta digital após o ponto de viragem (f).

a)



b)



c)



d)



e)



f)

