

Desempenho de sementes de soja tratadas com inoculante micorrízico *Rhizophagus intraradices*

Performance of soybean seeds treated with *Rhizophagus intraradices* mycorrhizal inoculant

Comportamiento de semillas de soja tratadas con inoculante micorrízico *Rhizophagus intraradices*

Recebido: 12/11/2020 | Revisado: 19/11/2020 | Aceito: 23/11/2020 | Publicado: 28/11/2020

Maikely Luana Feliceti

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7320-1274>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

E-mail: maikk_lu@hotmail.com

Luana Carolini Tozetto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6795-0826>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

E-mail: thayllanedecampos@hotmail.com

Thayllane de Campos Siega

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8170-9895>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

E-mail: thayllanedecampos@hotmail.com

Marcieli da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3807-6727>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

E-mail: marcielidasilva@hotmail.com

Ilana Niqueli Talino Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4190-9638>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

E-mail: ilananiqueleitdossantos@gmail.com

Renan Quisini

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9890-052X>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

E-mail: renanquisini@gmail.com

Michel Anderson Masiero

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2242-515X>
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
E-mail: michel_masiero2@hotmail.com

Sérgio Mazaro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2787-9409>
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
E-mail: sergio@utfpr.edu.br

Jean Carlo Possenti

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9030-6262>
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
E-mail: jpossenti@utfpr.edu.br

Resumo

O objetivo da pesquisa foi avaliar o desempenho fisiológico de sementes de soja tratadas com inoculante micorrízico à base de *Rhizophagus intraradices*, (20.800 propágulos/g.) e sua interação com fungicida (Metalaxil-M 2% m/v; Tiabendazol 15% m/v e Fludioxonil 2,5% m/v). O experimento foi conduzido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, no ano de 2019. Utilizaram-se dois lotes de sementes de soja da cultivar M 5838 IPRO, sendo um lote de baixo vigor (Vigor 74% e germinação 87%) e outro com alto vigor (Vigor 92% e germinação 92%). As variáveis utilizadas foram Germinação; Classificação do vigor das plântulas; Comprimento de plântula; Massa seca; Envelhecimento acelerado; Emergência em campo e Tempo médio de emergência. O ensaio foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições. Concluiu-se assim que, em relação ao vigor, o lote de alto vigor obteve melhor desempenho em relação aos parâmetros fisiológicos das sementes e apresentou pouca ou nenhuma interferência dos tratamentos avaliados. No lote com baixo vigor, os tratamentos com a micorriza *Rhizophagus intraradices* e ou a associação com fungicida, demonstraram certa especificidade quanto à interferência nos parâmetros fisiológicos nas sementes de soja, sendo que as variáveis germinação, vigor e matéria seca tiveram melhorias com o uso conjunto do fungicida e a micorriza. Trabalhos quanto a eficiência desses tratamentos, necessitam ser validados em campo quanto à melhoria dos parâmetros agrônômicos e produtivos da cultura da soja.

Palavras-chave: *Glycine max.* Merrill.; Qualidade de sementes; Alto e baixo vigor.

Abstract

The objective of the research was to evaluate the physiological performance of soybean seeds treated with mycorrhizal inoculant based on *Rhizophagus intraradices*, (20,800 propagules / g.) And their interaction with fungicide (Metalaxil-M 2% w / v; Tiabendazole 15% w / ve Fludioxonil 2.5% w / v). The experiment was carried out at the Federal Technological University of Paraná, in the year 2019. Two batches of soybean seeds of the cultivar M 5838 IPRO were used, one batch with low vigor (Vigor 74% and germination 87%) and another with high vigor (Vigor 92% and germination 92%). The variables used were Germination; Seedling vigor classification; Seedling length; Dry mass; Accelerated aging; Field emergency and Average emergency time. The test was carried out in a completely randomized design (DIC), with four replications. It was concluded that, in relation to vigor, the high vigor lot obtained better performance in relation to the physiological parameters of the seeds and presented little or no interference from the evaluated treatments. In the low vigor lot, treatments with mycorrhizal *Rhizophagus intraradices* and or the association with fungicide, demonstrated a certain specificity regarding the interference in the physiological parameters in soybean seeds, and the germination, vigor and dry matter variables improved with joint use. Fungicide and mycorrhiza. Studies on the efficiency of these treatments need to be validated in the field regarding the improvement of the agronomic and productive parameters of the soybean crop.

Keywords: *Glycine max.* Merrill.; Seed quality; High and low vigor.

Resumen

El objetivo de la investigación fue evaluar el comportamiento fisiológico de semillas de soja tratadas con inoculante micorrízico a base de *Rhizophagus intraradices*, (20,800 propágulos / g.) Y su interacción con fungicida (Metalaxil-M 2% p / v; Tiabendazol 15% p / g.) ve Fludioxonil 2,5% p / v). El experimento se llevó a cabo en la Universidad Tecnológica Federal de Paraná, en el año 2019. Se utilizaron dos lotes de semillas de soja del cultivar M 5838 IPRO, uno de bajo vigor (Vigor 74% y germinación 87%) y otro con alto vigor (vigor 92% y germinación 92%). Las variables utilizadas fueron Germinación; Clasificación del vigor de las plántulas; Longitud de la plántula; Secado masivo; Envejecimiento acelerado; Emergencia de campo y tiempo medio de emergencia. La prueba se realizó en un diseño completamente aleatorizado (DIC), con cuatro repeticiones. Se concluyó que, en relación al vigor, el lote de alto vigor obtuvo un mejor desempeño en relación a los parámetros fisiológicos de las semillas y presentó poca o ninguna interferencia de los tratamientos

evaluados. En el lote de bajo vigor, los tratamientos con micorriza *Rhizophagus intraradices* y / o la asociación con fungicida, demostraron cierta especificidad en cuanto a la interferencia en los parámetros fisiológicos en semillas de soja, y las variables germinación, vigor y materia seca mejoraron con el uso conjunto. Fungicida y micorriza. Los estudios sobre la eficiencia de estos tratamientos necesitan ser validados en campo en relación a la mejora de los parámetros agronómicos y productivos del cultivo de soja.

Palabras clave: *Glycine max.* Merrill.; Calidad de la semilla; Vigor alto y bajo.

1. Introdução

A soja (*Glycine max* (L.) Merril) é uma das oleaginosas mais importantes na economia brasileira, em que, na safra 2019/2020 a produção foi de 120,9 milhões de toneladas, com acréscimo de 5,1% em relação à safra anterior. E ainda, de acordo com cálculos estatísticos, baseados em inúmeros dados de campo, previsões climáticas e imagens de satélites, a Conab prevê para a safra 2020/21, um aumento de 8%, podendo serem colhidas 278,7 milhões de toneladas de grãos (Conab, 2020).

Por conseguinte, além de servir de alimento, de forma direta ou indireta para os animais, a soja exerce importante função na economia da indústria brasileira. Também, o cultivo da soja é o principal responsável pela movimentação do agronegócio brasileiro, devido aos grandes investimentos realizados pelos produtores rurais, movimentando o mercado de máquinas e implemento agrícolas, de sementes e insumos, além de gerar um grande número de empregos (Stried; Bertagnolli, 2016).

No campo, as sementes estão sujeitas a vários fatores abióticos e bióticos, como, a temperatura durante a maturação, umidade ambiental, secas, deficiência de nutrição, presença de insetos e patógenos, fatores estes que poderão prejudicar a qualidade fisiológica das mesmas (Peske; Barros; Schuch, 2012). O uso preventivo de inseticidas e fungicidas no tratamento de sementes são alternativas para evitar perdas causadas por insetos-pragas, doenças de solo e da parte aérea (Dan et al., 2010, Balardin et al., 2011)

Além dos tratamentos químicos, os inoculantes são muito utilizados na cultura da soja, com destaque para o *Bradyrhizobium japonicum* e o *Azospirillum brasilense*. Mais recentemente chegou ao mercado brasileiro, o inoculante micorrízico arbuscular *Rhizophagus intraradices*, recomendado para cultura da soja.

O uso desse inoculante, tem demonstrado em culturas como soja e milho, benefícios diretos. Os mais conhecidos são o maior aporte de nutrientes, notadamente fósforo (P), maior

tolerância a estresses ambientais, como seca, metais, pragas e doenças, culminando com maior desenvolvimento vegetal e, conseqüentemente, maior produtividade na área plantada. É considerado um produto 100% biológico, com certificação europeia e americana para uso em agricultura orgânica. Com o uso do produto, registrou-se acréscimo de produtividade em mais de 11% para cada e qualquer tratamento, em ambas as culturas, sob todos os regimes de fertilização e em todos os locais (Agrolink, 2018).

O uso de produtos químicos ou biológicos no tratamento de sementes de soja, de forma isolada ou em associação com fungicidas, pode afetar a sua qualidade fisiológica. Justificam-se assim investigações que mensurem tais parâmetros, sendo um pressuposto básico para estudos posteriores em campo, que busquem o aumento da produtividade das culturas.

Para tanto, o objetivo da pesquisa foi avaliar o desempenho de sementes de soja tratadas com o produto a base de *R. intraradices* e sua interação com fungicida químico, frente a qualidade fisiológica de sementes de soja.

2. Metodologia

O experimento foi conduzido na Estação Experimental e no Laboratório Didático de Análise de Sementes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, situada no município de Dois Vizinhos – Paraná, em dezembro de 2019. Utilizaram-se dois lotes de sementes de soja da cultivar M 5838 IPRO, sendo um de baixo vigor (Vigor 74% e germinação 87%) e outro de alto vigor (Vigor 92% e germinação 92%).

Os experimentos foram conduzidos em campo e em laboratório. Para comporem-se os tratamentos utilizou-se o fungicida Maxim Advenced® (1,2ml/kg sementes) à base de Metalaxil-M (2% m/v) + Tiabendazol (15% m/v) + Fludioxonil (2,5% m/v) e o produto biológico Rootella BR® (2,0 g/Kg semente) a base de micorríza (*Rhizophagus intraradices*), na concentração de 20.800 propágulos/g, sendo os tratamentos (Quadro 1):

Quadro 1 – Tratamentos do experimento. Dois Vizinhos - PR, 2019.

TRATAMENTOS	
T1	TESTEMUNHA BAIXO VIGOR
T2	Fungicida+ Micorriza
T3	Micorriza
T4	Fungicida
T5	TESTEMUNHA ALTO VIGOR
T6	Fungicida+ Micorriza
T7	Micorriza
T8	Fungicida

Fonte: Os autores (2020).

Após homogeneizadas, as sementes foram separadas em amostras e realizaram-se os respectivos tratamentos, tanto para o lote de alto, como para o de baixo vigor. O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com quatro repetições de 100 sementes. As variáveis analisadas foram:

- **Germinação:** As sementes foram pré embebidas por 24 horas em câmara germinadora Mangelsdorf, com temperatura de 25°C. Após, foram semeadas entre folhas de papel para germinação, umedecidos com água destilada em 2,5 vezes seu peso seco com auxílio da régua distribuidora. Após, foram enrolados separadamente e envoltos por sacos plásticos para evitar a perda de umidade, mantendo abertura na parte superior para estímulo do crescimento vertical das plântulas em direção à luz. Foram levados ao germinador, mantidos verticalmente sob temperatura controlada em 25°C com presença de fotoperíodo. As contagens foram realizadas ao quinto e oitavo dia conforme a Regras para Análise de Sementes – RAS (Brasil, 2009). O reumidecimento dos rolos, deu-se conforme a necessidade. Contabilizaram-se o número de sementes germinadas e a separação em plântulas normais, anormais e sementes mortas, respectivamente à cada dia de avaliação (5 e 8 dias). Os resultados foram expressos em percentagem.

- **Classificação do vigor das plântulas:** Conjuntamente com a leitura da germinação, procedeu-se a classificação das plântulas normais em baixo, médio e alto vigor, por meio de padronização visual em três distintos grupos conforme o seu tamanho e desenvolvimento atual. Os resultados foram expressos em percentagem de vigor.

- **Comprimento de plântula:** Avaliação conduzida à semelhança do teste de germinação. Porém usaram-se quatro repetições de 25 sementes, que foram dispostas em uma linha traçada no terço superior das folhas de papel de germinação. A medição das estruturas de parte aérea e radicular deu-se nas plantas normais com uso de folha milimetrada aos oito dias de semeadura e os resultados foram expressos em centímetros pelo comprimento médio das plântulas (Nakagawa, 1999).

- **Massa de matéria seca:** Utilizaram-se as plântulas provenientes do teste de comprimento de plântula, sem os cotilédones, as quais foram colocadas em sacos de papel para secagem em estufa com temperatura controlada em 65°C por um período de 48 horas. Após este período, as amostras foram pesadas determinando-se a massa seca expressa em miligramas por plântula (Nakagawa, 1999).

- **Índice de Velocidade de Emergência:** Conduzido em canteiro com solo. Semearam-se as sementes em sulcos de 3,0 cm de profundidade e com 1,20 m de comprimento. Recobriu-se as sementes com uma camada uniforme de solo. O índice de velocidade de emergência foi realizado por meio da contagem diária de plântulas emergidas até o momento de estabilização das mesmas (Nakagawa, 1999).

- **Tempo médio de germinação:** Estatística calculada conjuntamente com o índice de velocidade de emergência e apresentou o tempo médio necessário para atingir a germinação máxima em dias (Maguire 1962).

- **Envelhecimento acelerado:** Conduzido de acordo com (Krzyzanowski et al., 1999), onde as sementes foram distribuídas sobre tela de alumínio em caixas Gerbox contendo 40 mL de água destilada, mantidas por 48 horas em temperatura controlada de 41 °C +- 1,0 °C. Ao término deste período conduziu-se um teste de germinação. Os resultados foram expressos em percentagem de vigor por envelhecimento acelerado.

Após cumpridos os pressupostos, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e sendo constatado significância entre os tratamentos, aplicou-se teste de comparação de médias (Tukey a 5% de probabilidade) com auxílio do software estatístico Genes (Cruz, 2006).

3. Resultados e Discussão

Para as variáveis germinação inicial (%), plântulas de alto vigor (%), plântulas de baixo vigor (%), plântulas normais (%), plântulas anormais (%), comprimento parte aérea (cm), comprimento de raiz (cm), massa seca (g) e emergência (%), houve interação significativa

entre os lotes e os tratamentos utilizados ($\alpha= 5\%$). Indicando assim, que para essas variáveis a combinação dos lotes de vigores diferentes, com os tipos de tratamentos de sementes gerou um efeito adicional em relação ao efeito individual dos fatores (Tabelas 1, 3, 5, 6 e 7).

Para as variáveis germinação final (%), plântulas de médio vigor (%), sementes mortas (%), tempo médio de germinação (dias) e índice de velocidade de emergência (IVE) a interação entre dos lotes de vigores diferentes e os tipos de tratamentos não foi significativa ($\alpha= 5\%$). Indicando assim que para essas variáveis a combinação dos lotes com os tipos de tratamentos não gera um efeito adicional, ou seja, para qualquer cultivar o desempenho dos diferentes tratamentos foi o mesmo e vice-versa (Tabelas 2, 4, 6, 8).

Houve efeito significativo das cultivares para as variáveis germinação final (%), plântulas de médio vigor (%) e sementes mortas (%), enquanto que, tempo médio de germinação (dias) apresentou efeito significativo apenas para tipos de tratamento. Para a variável índice de velocidade de emergência não houve efeito de nenhum fator analisado (Tabelas 2, 4, 6, 8).

A germinação inicial de sementes de soja obteve melhores resultados utilizando-se lote de alto vigor, não obtendo diferença estatística somente para o tratamento fungicida + micorriza. Para lote de baixo vigor não houve diferença estatística entre os tratamentos e sim, somente com relação ao tratamento testemunha. Para lote de alto vigor não houve diferença entre os tratamentos e destes com a testemunha (Tabela 1).

Tabela 1. Média de germinação inicial (%) de sementes de soja de baixo e alto vigor, submetidas a quatro tratamentos distintos (testemunha; Fungicida+ micorriza; micorriza; fungicida). Dois Vizinhos - PR, 2020.

Tratamentos	Germinação inicial (%)	
	Lote de baixo vigor	Lote de alto vigor
Testemunha	72 bB	89 aA
Fungicida+ Micorriza	83 aA	86 aA
Micorriza	80 aB	85 aA
Fungicida	82 aB	87 aA
Média Geral	83	
CV(%)	3,96	

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.
Fonte: Os autores (2020).

A maior porcentagem de germinação final foi obtida utilizando-se o lote de alto vigor (Tabela 2).

Tabela 2. Médias de germinação final (%) (níveis do fator A) do experimento bifatorial (Níveis de vigor de sementes de soja x tratamentos utilizados) no delineamento inteiramente ao acaso. Dois Vizinhos - PR, 2020.

Lote	Germinação final (%)
Baixo vigor	79
Alto Vigor	92*
Média Geral	86
CV(%)	9,60

*Significativo em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste T.

Fonte: Os autores (2020).

O efeito da interferência de tratamentos de sementes sobre os parâmetros relacionados à qualidade fisiológica de sementes, também foi constatado por Castro et al. (2008), os quais observaram que o tratamento com imidacloprid não diferiu estatisticamente da testemunha sem tratamento. Para os inseticidas fipronil, tiametoxan e imidacloprid, Dan et al. (2010), observaram que a utilização de um ingrediente ativo isolado proporciona maior índice de velocidade de germinação, quando comparados com produtos combinados, como imidacloprido + tiodicarbe.

Utilizando os tratamentos micorriza ou fungicida + micorriza foram obtidas plântulas mais vigorosas no teste de classificação do vigor de plântulas, no lote de baixo vigor, diferindo estatisticamente da testemunha e também dos resultados observados para o lote de alto vigor, o que evidenciou um possível efeito nesta situação. Verifica-se que para o lote de alto vigor, a maior porcentagem de plântulas vigorosas foi obtida pelo tratamento testemunha o qual diferiu estatisticamente de todos os demais (Tabela 3).

Tabela 3. Média de plântulas de alto e baixo vigor (%) de sementes de soja de baixo e alto vigor, submetidas a quatro tratamentos distintos (testemunha; Fungicida + micorriza; micorriza arbuscular; Fungicida). Dois Vizinhos - PR, 2020.

Tratamentos	Plântulas de alto vigor (%)		Plântulas de baixo vigor(%)	
	Lote de baixo vigor	Lote de alto vigor	Lote de baixo vigor	Lote de alto vigor
Testemunha	25 bB	40 aA	27 aA	11 cB
Fungicida+ Micorriza	30 aA	23 bB	12 bB	27 aA
Micorriza	36 aA	29 bB	9 bB	15 bA
Fungicida	28 bA	25 bcA	12 bA	11 cA
Média Geral	29,47		15,44	
CV(%)	9,32		8,72	

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Os autores (2020).

A porcentagem de plântulas de médio vigor foi maior utilizando lote de alto vigor (Tabela 4).

Tabela 4. Média de plântulas de médio vigor (%) (níveis do fator A) do experimento bifatorial (Níveis de vigor de sementes de soja x tratamentos utilizados) no delineamento inteiramente ao acaso. Dois Vizinhos - PR, 2020.

Lote	Plântulas de médio vigor (%)
Baixo vigor	30
Alto Vigor	41*
Média Geral	35,56
CV(%)	19,9

*Significativo em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste T.

Fonte: Os autores (2020).

No teste de envelhecimento acelerado, a maior porcentagem de vigor foi verificada no tratamento testemunha do lote de alto vigor e também quando se tratou as sementes somente com micorriza e com o fungicida de forma isolada. Para lote de baixo vigor, os tratamentos, fungicida, fungicida + micorriza e testemunha apresentaram melhores resultados, não diferindo entre si. (Tabela 5).

Tabela 5. Médias de vigor (%) do teste de envelhecimento acelerado de sementes de soja de baixo e alto vigor, submetidas a quatro tratamentos distintos (testemunha; Fungicida + micorriza; micorriza arbuscular; Fungicida). Dois Vizinhos - PR, 2019.

Tratamentos	Vigor (%)	
	Lote de baixo vigor	Lote de alto vigor
Testemunha	67 aB	81 aA
Fungicida + Micorriza	61 aB	68 bA
Micorriza	38 bB	81 aA
Fungicida	68 aB	81 aA
Média Geral	68,44	
CV(%)	5,84	

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Os autores (2020).

Em estudo, Da Silva et al. (2015), observaram que os tratamentos com: (thiamethoxam + fludioxonil + polímero); (thiamethoxam + fludioxonil + abamectina + polímero); (thiamethoxam + fludioxonil + abamectina + cinetina + GA3 + ácido 4-indol-3- ilbutírico + polímero); (thiamethoxam + fludioxonil + Co e Mo + polímero) e (thiamethoxam + fludioxonil + abamectina + cinetina + GA3 + Ácido 4-indol-3- ilbutírico + Co e Mo + polímero), não causaram redução de vigor no tempo zero, já quando mensurado através do teste de envelhecimento acelerado, causou redução do vigor das sementes.

Em estudos que associou fungicidas e inseticidas no tratamento de sementes de soja, relacionando isso com tempo de armazenamento, Cunha et al. (2015), observaram que tratamentos compostos por (metalaxyl-M + fludioxonil) não interferiram no desempenho das sementes pelo teste de envelhecimento acelerado.

Com relação ao teste de comprimento de parte aérea, os resultados encontrados não permitiram concluir com veemência, efeito aditivo ou negativo dos tratamentos aplicados de forma isolada ou associada para ambos os lotes. Para a variável comprimento de raízes, notou-se que o tratamento das sementes do lote de alto vigor somente com micorrizas, proporcionou melhor resultado (Tabela 6).

Tabela 6. Médias de comprimento de parte aérea (cm) e comprimento de raiz (cm) de sementes de soja de baixo e alto vigor, submetidas a quatro tratamentos distintos (testemunha; Fungicida + micorriza; micorriza arbuscular; Fungicida). Dois Vizinhos - PR, 2020.

Tratamentos	Comprimento parte aérea (cm)				Comprimento de raiz (cm)			
	Lote de baixo vigor		Lote de alto vigor		Lote de baixo vigor		Lote de alto vigor	
Testemunha	12,53	abA	12,75	abA	15,48	aB	18,32	bA
Fungicida + Micorriza	13,32	aA	11,44	bB	17,91	a A	17,64	bA
Micorriza	10,96	bB	12,90	abA	16,49	aB	21,43	aA
Fungicida	12,56	abA	13,76	aA	15,35	aB	19,48	abA
Média Geral	12,53				17,76			
CV(%)	9,18				7,86			

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Os autores (2020).

Balardin et al., (2011), quando utilizaram diversos inseticidas e fungicidas via tratamento de sementes, observaram que o comprimento radicular não foi influenciado pelos produtos utilizados.

Para a variável massa seca (Tabela 7), comparando-se os lotes, quando se tratou as sementes somente com micorriza, o lote mais vigoroso mostrou maior matéria seca de plântulas. E o tratamento fungicida associado à micorriza, proporcionou maior massa seca para as plântulas do lote mais vigoroso. Dentro do lote de baixo vigor os tratamentos, fungicida + micorriza e fungicida, propiciaram maior massa seca, diferindo-se dos demais. (Tabela 7).

Tabela 7. Médias de massa seca (g) e emergência (%) de sementes de soja de baixo e alto vigor, submetidas a quatro tratamentos distintos (testemunha; fungicida + micorriza; micorriza arbuscular; fungicida). Dois Vizinhos - PR, 2020.

Tratamentos	Massa Seca (g)		Emergência (%)	
	Lote de baixo vigor	Lote de alto vigor	Lote de baixo vigor	Lote de alto vigor
Testemunha	0,5761 bB	0,8564 bA	44 cA	46 bA
Fungicida + Micorriza	0,9635 aA	1,0262 aA	50 bcB	65 aA
Micorriza	0,6677 bB	0,8042 bA	58 aA	63 aA
Fungicida	0,8989 aA	0,8192 bA	55 aA	52 bA
Média Geral	0,8266		54	
CV(%)	7,18		6,97	

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Os autores (2020).

Os resultados do teste de emergência (Tabela 7), mostraram que os tratamentos que envolveram fungicida+micorriza e micorriza isolada, resultaram em maior emergência no lote de alto vigor, contudo, não foi o mesmo comportamento para o lote de baixo vigor. Em relação ao lote de baixo vigor a menor percentagem de emergência foi o tratamento fungicida + micorriza, que se diferiu dos demais. E, para o lote de alto vigor, a testemunha foi a que obteve menor percentagem de emergência, diferenciando-se das demais, evidenciando possível efeito aditivo dos tratamentos para esta variável.

Cunha et al. (2015) em relação à massa seca de parte aérea, também não encontraram diferença estatística entre os tratamentos, sendo que todos os tratamentos apresentaram comportamento quando comparados à testemunha. Para massa seca de raiz, observaram que os tratamentos com imidacloprido + tiodicarbe e carboxamida diferenciaram-se positivamente dos demais, sendo que dentre todas as avaliações do potencial fisiológico, somente nesta variável, tratamentos com inseticidas e com fungicidas, sem a mistura de ambos, apresentaram comportamento superior à testemunha, sem tratamento químico.

Em relação ao tempo médio de germinação (Tabela 8), o melhor resultado, ocorreu com tratamento de fungicida + micorriza, com o menor tempo. Porém, o mesmo não diferiu da testemunha e do fungicida.

Tabela 8. Médias de tempo médio de germinação (dias) (níveis do fator B) do experimento bifatorial (Níveis de vigor de sementes de soja x tratamentos utilizados) no delineamento inteiramente ao acaso. Dois Vizinhos - PR, 2020.

Tratamentos	Tempo médio de germinação (dias)
Testemunha	3,68 AB
Fungicida + Micorriza	2,97 B
Micorriza	4,65 A
Fungicida	3,12 AB
Média Geral	3,60
CV(%)	32,28

* Médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Os autores (2020).

Em estudos, da Silva et al., (2020), testou diferentes concentrações de micorriza endofítica (*R. irregularis*) sobre sementes de espécies oleícolas. Neste estudo, constatou que para *Eruca vesicaria*, as concentrações testadas apresentaram comportamento linear e não interferiram no tempo médio de germinação.

Dos Santos (2020), realizou estudo com o objetivo de avaliar o potencial da associação de inoculantes em sementes de soja, sendo a co-inoculação (*Bradyrhizobium* + *Azospirillum*) e a trinoculação (*Bradyrhizobium* + *Azospirillum* + *Rhizophagus intaradices*), em sistema de cultivo convencional e orgânico. Demonstrou um ganho de produtividade de 15% com o uso da coinoculação e trinoculação quando comparados com a testemunha, porém, os demais parâmetros agrônômicos não sofreram alteração com uso dos diferentes tratamentos. A autora afirma que o uso da associação de microrganismos demonstra grande potencial na cultura da soja para aumento da produtividade. Da mesma forma a presente pesquisa, corrobora a importância da pesquisa com a inoculação de micorriza.

4. Considerações Finais

Em relação aos lotes de alto e baixo vigor, o lote de alto vigor mostrou melhor desempenho em relação aos parâmetros fisiológicos das sementes e apresentou pouca ou nenhuma interferência dos tratamentos avaliados.

No lote de sementes com baixo vigor, os tratamentos com a micorriza *Rhizophagus intraradices* e ou a sua associação com fungicida, demonstraram certa especificidade quanto a

interferência nos parâmetros fisiológicos mensurados. As variáveis germinação, vigor e matéria seca tiveram melhorias com o uso conjunto do fungicida e a micorriza.

Trabalhos quanto a eficiência desses tratamentos, necessitam ser validados em campo quanto a melhoria dos parâmetros agrônômicos e produtivos da cultura da soja.

Referências

Agrolink. (2018). *Com aplicação do Inoculante Micorrízico produtividade no trigo chega a 21%*. Recuperado de https://www.agrolink.com.br/noticias/com-aplicacao-do-inoculante-micorrizico-productividade-no-trigo-chega-a-21-_414085.html

Balardin, R. S., Silva, F. D. L. D., Debona, D., Dalla Corte, G., Dalla Favera, D., Tormen, N. R. (2011). Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja. *Ciência Rural*, 41(7), 1120-1126.

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

Conab - Companhia Nacional de Abastecimento. (2020). Acompanhamento de Safra Brasileira: Grãos – Quarto levantamento. *Conab*, Brasília.

Cunha, R. P. D., Corrêa, M. F., Schuch, L. O. B., Oliveira, R. C. D., Abreu Junior, J. D. S., Silva, J. D. G. D., & Almeida, T. L. D. (2015). Diferentes tratamentos de sementes sobre o desenvolvimento de plantas de soja. *Ciência Rural*, 45(10), 1761-1767.

CRUZ, C. D. *Programa Genes - Estatística Experimental e Matrizes*. (1a ed.), Viçosa: UFV, 2006.

Da Silva, M., Siega, T. C., Feliceti, M. L., Tozetto, L. C., Mazaro, S. M., & Possenti, J. C. (2020). Desempenho fisiológico de sementes olerícolas tratadas com micorriza endofítica. *Brazilian Journal of Development*, 6(8).

Da Silva Almeida, A., Castellanos, C. I. S., Deuner, C., Borges, C. T., & Meneghello, G. E. (2014). Efeitos de inseticidas, fungicidas e biorreguladores na qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento. *Brazilian Journal of Agriculture-Revista de Agricultura*, 89(3), 172-182.

Dan, L. G. de M., Dan, H. de A., Barroso, A. L. de L., Braccini, A. de L. e. (2010). Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, 32, 131-139.

Dos santos, S. L. *Associação de inoculantes bacterianos e micorrízicos na soja orgânica e convencional*. 49f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2020.

Krzyzanowski, F. C., França Neto, J. de B., Vieira, R. D. (1999). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina, *ABRATES*, 1(2), 3.

Maguire, J. D. (1962). Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science, Madison*, 2(1), 176-177.

Nakagawa, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: Krzyzanowski, F. C., Vieira, R. D., França Neto, J. B. (1999). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: *ABRATES*, p.1-21.

Peske, S. T., Villela, F. A., Meneghello, G. E. (2012). Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. In: Peske, S. T., Barros, A. C. S. A., Schuch, L. O. B. *Produção de sementes*. 3 ed. ver. e ampl. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel.

Strieder, M. L., Bertagnolli, P. F. A soja no sistema de cultivo. Embrapa Trigo (2016). Recuperado de <https://www.embrapa.br/.../8901995/artigo---a-soja-no-sistema-de-cultivo>

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Maikely Luana Feliceti – 20%
Luana Caroline Tozetto – 15%
Thayllane de Campos Siega – 15%
Marcieli da Silva – 10%
Michel Anderson Masiero – 5%
Ilana Niqueli Talino – 10%
Renan Quisini – 10%
Sérgio Miguel Mazaro – 5%
Jean Carlo Possenti – 10%