

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ANDREI REGIS SULZBACH

**DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE SOJA INOCULADAS COM
MICROORGANISMOS E TRATADAS COM COMPLEXOS NUTRICIONAIS**

DOIS VIZINHOS

2022

ANDREI REGIS SULZBACH

**DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE SOJA INOCULADAS COM
MICROORGANISMOS E TRATADAS COM COMPLEXOS NUTRICIONAIS**

**PHYSIOLOGICAL PERFORMANCE OF SOYBEAN SEEDS INOCULATED WITH
MICROORGANISMS AND TREATED WITH NUTRITIONAL COMPLEXES**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Jean Carlo Possenti.

DOIS VIZINHOS

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

ANDREI REGIS SULZBACH

**DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE SOJA INOCULADAS COM
MICROORGANISMOS E TRATADAS COM COMPLEXOS NUTRICIONAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Agronomia da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Data de aprovação: 09 de junho de 2022

Jean Carlo Possenti

Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Sergio Miguel Mazaro

Doutor em Fitossanidade
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Maira Cristina Schuster Russiano

Mestre em Agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

DOIS VIZINHOS

2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família, em especial aos meus pais, Norton e Cleuni por todo o amor e apoio ao longo desta vida.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos pela oportunidade de aprendizado e a todos aqueles que possibilitam a existência da instituição.

Agradeço a todos os professores os quais passei até o momento pela oportunidade e pelos conhecimentos transmitidos, em especial ao Prof. Dr. Jean Carlo Possenti, pela orientação deste trabalho e companhia ao longo da graduação.

A toda equipe do Laboratório Didático de Análise de Sementes, aos que auxiliariam neste trabalho e aqueles que durante o tempo de graduação realizamos trabalhos juntos.

Aos meus amigos Arthur Pezente, Caroline Dresch, Gilmar Machado, Ilana dos Santos, Rafael Mattei, Renan Quisini, a todos aqueles que comigo estiveram durante a graduação e aos colegas de turma, foram longos anos de amizades e cooperação dos quais sempre me recordarei, muito obrigado!

RESUMO

A soja é a cultura produtora de grãos de maior expressão econômica no Brasil. Para a produção dos grãos são necessários diversos insumos, dos quais destaca-se as sementes, estas carregam a genética para a produção e dão origem a planta no campo. O sucesso de um campo de produção de grãos depende diretamente da qualidade das sementes. O tratamento de sementes com defensivos agrícolas e a inoculação das sementes com bactérias fixadoras de nitrogênio é uma prática consagrada. Novas tecnologias para o tratamento de sementes com complexos nutricionais e microrganismos tem tido adeptos no mercado. Desta forma o objetivo deste trabalho é avaliar o efeito do tratamento de sementes com complexos nutricionais e a inoculação com microrganismos sobre a sua qualidade fisiológica. O experimento foi realizado no Laboratório Didático de Análise de Sementes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos. Para a realização dos tratamentos utilizou-se sementes de soja da cultivar SoyTech™ BS 2606 IPRO. Os tratamentos consistiam em três complexos nutricionais comerciais formulados, sendo estes: Pack Seed®, Ultra Mn Max®, Twin Pack Max® e três produtos para a inoculação de sementes com diferentes microrganismos, sendo eles: *Streptomyces* sp. *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens*. O tratamento das sementes foi realizado de maneira manual e os testes para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes foram germinação, comprimento de plântulas, massa seca, e índice de velocidade de emergência. Para a condução do ensaio foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, contendo quatro repetições para cada tratamento. Após a obtenção dos dados, estes foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e ao teste de comparação de médias Tukey a 5% de probabilidade, por meio de sistema computadorizado Sisvar. Os tratamentos não promoveram o aumento da germinação. Para o desempenho de plântulas os tratamentos com fertilizantes Pack Seed® e Twin Pack Max® promoveram aumento no índice de velocidade de emergência e resultaram em maior comprimento de plântulas.

Palavras-chave: Germinação; Desempenho de plântulas; Índice de velocidade de emergência.

ABSTRACT

Soybean is the most economically significant grain-producing crop in Brazil. For the production of grains, several inputs are needed, of which the seeds stand out, they carry the genetics for the production and will give rise to the plant in the field. The success of a grain production field depends directly on the quality of the seeds. Seed treatment with pesticides and seed inoculation with nitrogen-fixing bacteria is an established practice. New technologies for the treatment of seeds with nutritional complexes and microorganisms have had supporters in the market. Thus, the objective of this work is to evaluate the effect of seed treatment with nutritional complexes and inoculation with microorganisms on their physiological quality. The experiment was carried out at the Seed Analysis Didactic Laboratory of the Federal Technological University of Paraná, Dois Vizinhos campus. To carry out the treatments, soybean seeds of the SoyTech™ BS 2606 IPRO cultivar were used. The treatments consisted of three commercially formulated nutritional complexes, namely: Pack Seed®, Ultra Mn Max®, Twin Pack Max® and three products for inoculation of seeds with different microorganisms, namely: *Streptomyces sp.*, *Azospirillum brasilense* and *Pseudomonas fluorescens*. Seed treatment was performed manually and the tests to evaluate the physiological quality of the seeds were germination, seedling length, dry mass, and emergence speed index. A completely randomized design was used to conduct the trial, with four replications for each treatment. After obtaining the data, they were submitted to analysis of variance (ANOVA) and to the Tukey average comparison test at 5% probability, using the Sisvar computer system. The treatments did not promote an increase in germination. For seedling performance, treatments with Pack Seed® and Twin Pack Max® fertilizers promoted an increase in the emergence speed index and resulted in greater seedling length.

Keywords: Germination; Seedling performance; Emergency speed index.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	JUSTIFICATIVA.....	10
3	OBJETIVOS.....	11
3.1	Objetivo geral.....	11
3.2	Objetivos específicos.....	11
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
4.1	Cultura da soja.....	12
4.2	Qualidade de sementes.....	13
4.2.1	Métodos de avaliação de qualidade fisiológica de sementes.....	15
4.3	Inoculação e tratamento de sementes.....	17
4.3.1	Inoculação de sementes.....	17
4.3.2	Tratamento de sementes com complexos nutricionais.....	18
5	MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
5.1	Caracterização do local e material experimental.....	20
5.2	Tratamento das sementes.....	20
5.3	Determinação do desempenho fisiológico de sementes de soja.....	21
5.3.1	Teste de germinação.....	22
5.3.2	Teste de comprimento de plântulas.....	22
5.3.3	Massa seca de plântulas.....	23
5.3.4	Emergência em areia.....	24
5.3.5	Índice de Velocidade de Emergência (IVE).....	24
5.4	Delineamento experimental.....	25
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
6.1	Teste de germinação.....	25
6.2	Teste de comprimento de plântulas e avaliação de massa seca.....	27
6.3	Emergência em areia e índice de velocidade de emergência (IVE).....	29
7	CONCLUSÃO.....	32
	REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO.

As sementes em culturas de expressão econômica possuem duas funções principais, sendo a primeira função servir de material para a multiplicação de plantas, utilizada na agricultura para gerar novos campos de produção e a segunda função é ser a estrutura colhida para o consumo, industrialização e comercialização (MARCOS-FILHO, 2015).

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é o principal grão produzido pelo Brasil, na safra 2020/2021 a produção do grão foi de 135,9 milhões de toneladas, em uma área de 38,5 milhões de hectares (CONAB, 2021). Para a produção dos grãos de soja, são necessários diversos insumos, como sementes, fertilizantes, defensivos agrícolas, entre outros (SEIXAS et al, 2021), dois quais destaca-se a sementes, pois esta dará origem ao campo de produção e carrega a genética para a produção (MARCOS-FILHO, 2015).

O Brasil na safra 2020/2021 teve 25.419 campos de produção de sementes inscritos, ocupando uma área de 2,5 milhões de hectares e com uma produção estimada em 10,44 milhões de toneladas de sementes (MAPA, 2022).

O uso de sementes de alto vigor influencia positivamente na produtividade de grãos de soja, pois acarreta maior número de nós produtivos por planta, mais vagens por planta e conseqüentemente mais sementes por planta. O incremento de produtividade com o uso de sementes de alto vigor atingiu 19% em comparação com sementes de baixo vigor (BAGATELI et al, 2020).

A inoculação de sementes de soja com microrganismos fixadores de nitrogênio, como as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* sp. É amplamente difundida (ALVES, 2003) e nos últimos anos houve incremento e avanço na inoculação de sementes com microrganismos capazes de promover o crescimento vegetal e controlar patógenos (SILVA et al, 2017).

A utilização de complexos nutricionais via sementes é uma prática consagrada, proporcionando incremento na produtividade de grãos por servir de fonte de macronutrientes e micronutrientes, além de promover aumento da fixação biológica de nitrogênio (BELTRAME, 2009).

Nesta percepção, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inoculação de sementes de soja com microrganismos e o tratamento com complexos nutricionais sobre a sua qualidade fisiológica.

2 JUSTIFICATIVA

A crescente procura por uma agricultura mais sustentável e eficiente tem trazido ao mercado de insumos agrícolas uma ampla gama de produtos de origem microbiológica, estes produtos são comercializados com o intuito de promover o crescimento vegetal, aumentar a tolerância das plantas a períodos de estresse, controlar patógenos e pragas agrícolas.

Aliado a utilização de microrganismos na agricultura muitos complexos nutricionais estão disponíveis no mercado, e são utilizados com a finalidade de fornecer nutrientes as plantas durante períodos críticos a cultura, como o estabelecimento, floração e enchimento de grãos, de forma que proporcionem uma planta bem nutrida, capaz de atingir altas produtividades e suportar períodos de estresse.

Estes produtos são aplicados de diversas formas, das quais uma delas é diretamente na semente, de forma que após a semeadura em um campo comercial existe grande dificuldade em isolar os fatores e determinar qual foi o efeito do tratamento sobre o desempenho das plantas, logo busca-se com este trabalho determinar qual o efeito fisiológico dos tratamentos sobre as sementes.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito dos tratamentos microbiológicos e complexos nutricionais sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja a fim de determinar se estes promovem melhorias ou decréscimos sobre a qualidade.

3.2 Objetivos específicos

Determinar se os tratamentos microbiológicos e complexos nutricionais promovem aumento de germinação nas sementes.

Avaliar o desempenho fisiológico das plântulas com os tratamentos com a finalidade de verificar se estes promovem maior desenvolvimento inicial das plântulas de soja.

Avaliar se os tratamentos possuem a capacidade promover uma emergência mais rápida e uniforme das plântulas de soja.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Cultura da soja

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) possui centro e origem no nordeste da China, seu primeiro relato no Brasil data de 1882. Onde a partir de 1970 grandes esforços em pesquisa e desenvolvimento foram empenhados pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) com o objetivo de expandir a cultura da soja no Brasil, foram produzidas cultivares com características genéticas de período juvenil longo. Assim, desenvolveu-se tecnologia de produção para a cultura, proporcionando com que a soja seja atualmente cultivada de norte a sul do país (GAZZONI, 2018).

É o principal grão produzido no Brasil, atualmente de uma produção total de 252,3 milhões de toneladas de grãos em uma área de 68,9 milhões de hectares a soja corresponde a 53,9% deste total, com uma produção de 135,9 milhões de toneladas em uma área de 38,5 milhões de hectares na safra 2020/2021 (CONAB, 2021). A soja também é o principal produto exportado, onde em 2021 foram exportadas 86,6 milhões de toneladas de grãos de soja (ANEC, 2022).

Como é amplamente comercializada e distribuída no Brasil e exterior, a soja agrupa milhares de empresas, desde pequenas revendas de insumos a grandes grupos internacionais, devido a existência de uma complexa cadeia de mercado para os grãos de soja e seus derivados como o óleo, biodiesel e farelo de soja (HIRAKURI, 2018).

Dentre os produtos que compõe a formulação de rações para a produção de proteína animal o farelo de soja é fundamental para diversas cadeias, possuindo teores de 46% de proteína bruta. O farelo de soja é fonte primária de proteína em rações de frango de corte (SILVA, 2004).

Além de seu uso para fins alimentícios de humanos e animais, a soja é amplamente utilizada para a produção de biodiesel, onde no Brasil segundo a ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), foram produzidos em 2021 no Brasil aproximadamente 6,8 milhões de m³ de biodiesel (ANP, 2022).

Segundo o MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), a partir do sistema de informação AGROSTAT (Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro) o agronegócio brasileiro exportou valores de US\$ 120,6 bilhões, dos quais o complexo soja corresponde a US\$ 47,98 bilhões, ou seja 39,82%

da exportação, seguido no ranking está a exportação de carnes, com US\$ 19,9 bilhões (MAPA, 2022).

4.2 Qualidade de sementes

Usualmente ouve-se os termos “semente” e “grão” para nomear a semente produzida por uma planta, pois ambos durante o seu processo de desenvolvimento fisiológico não se diferem. Entretanto, os componentes de qualidade de sementes muito se diferem daqueles componentes de qualidade de grãos, onde sementes devem atingir requisitos mínimos de qualidade física, genética e fisiológica, para serem comercializados (MARCOS-FILHO, 2015).

A semente é o mais importante insumo agrícola, e tem o objetivo carregar ao ambiente de produção as características genéticas responsáveis pelos atributos de produção de uma planta. Colabora decisivamente para o sucesso do estabelecimento do estande de plantas (MARCOS-FILHO, 2015).

Uma semente para ser considerada de qualidade deve possuir um conjunto de atributos. Tais atributos igualmente importantes, são a qualidade fisiológica, a qualidade genética, a qualidade sanitária e a qualidade física (FRANÇA-NETO e KRZYZANOWSKI, 2018).

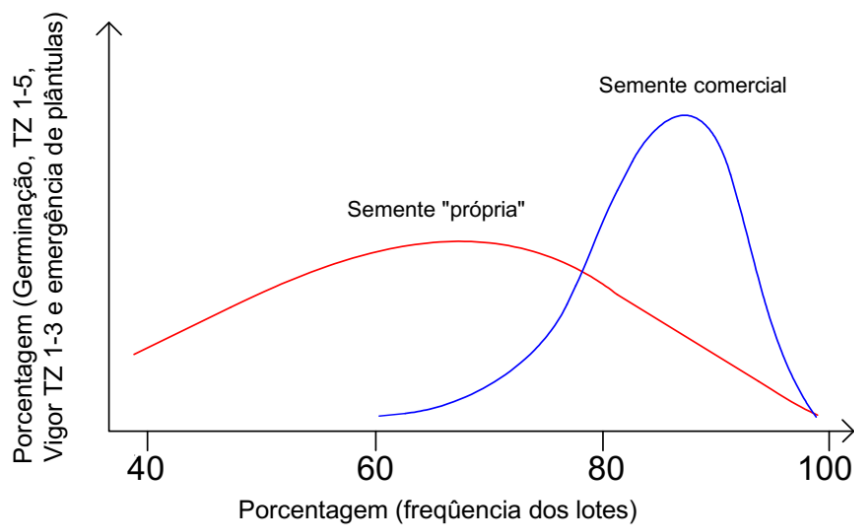
Dentre os atributos de qualidade de sementes, a qualidade fisiológica é dependente de dois fatores, germinação e vigor. A germinação, é caracterizada pela “retomada do desenvolvimento do embrião originando uma plântula” (MARCOS-FILHO, 1986). Enquanto o vigor pode ser definido como um conjunto de propriedades que determinam o potencial da semente para emergir e se desenvolver de forma rápida sobre condições ambientais adversas (KRZYZANOWSKI, VIEIRA e FRANÇA NETO. 1999).

A qualidade genética de sementes se refere a pureza genética do lote de sementes, onde neste atributo encontra-se a garantia de que aquela semente a ser semeada possui a genética escolhida. A qualidade sanitária compreende que a semente não venha com contaminações por patógenos como fungos, vírus e bactérias, além de sementes de plantas daninhas. A qualidade física está relacionada com a ausência de contaminações físicas em um lote de sementes como a presença

materiais inertes, fragmentos de plantas, insetos, entre outros contaminantes (FRANÇA-NETO e KRZYZANOWSKI, 2018).

Com o avanço da tecnologia e dos conhecimentos para a produção de sementes, pode-se atualmente atingir altos padrões de qualidade. Estes padrões, avançam e garantem a qualidade das sementes colocadas no mercado como observado na Figura 1. Em um trabalho de campo, foram coletadas amostras de sementes na caixa de semeadoura de agricultores junto à sua procedência e, então, avaliou-se a germinação, qualidade fisiológica por teste de tetrazólio e emergência de plântulas. Pode-se observar que para as sementes comerciais a maior frequência de médias se encontra acima de 80%, enquanto para sementes caseiras a maior parte da frequência ocorre entre 60 e 80% (VILLAS BÔAS e PESKE, 2007).

Figura 1 - Comparação da qualidade fisiológica de sementes de soja comerciais e sementes "próprias"



Fonte: Villas Bôas e Peske (2007)

O estande de plantas, é um fator de grande importância para a determinação dos componentes de rendimento da soja, que são o número de legumes por unidade de área, número de grãos por legume e peso médio dos grãos (NAVARRO JÚNIOR e COSTA, 2002). A utilização de sementes de qualidade auxilia no estabelecimento do adequado estande de plantas, onde sementes vigorosas podem suportar melhores as condições adversas e contribuir para o aumento de produtividade. Estudos como o realizado por Strucker (2019), demonstram que sementes de soja mais vigorosas promovem incremento de 20% na produtividade de áreas comerciais de soja, pois

sementes de qualidade inferior comprometem o estabelecimento inicial da cultura. Em outro estudo os autores obtiveram resultados ainda mais significantes no incremento de produtividade de lavouras de soja ao comparar sementes de alto e baixo vigor, sementes de alto vigor proporcionaram incremento de 30% de produtividade onde este efeito é potencializado em condições de estresse ambiental (RODRIGUES et al, 2018).

4.2.1 Métodos de avaliação de qualidade fisiológica de sementes.

Estima-se que o estabelecimento de 80 % dos campos de produção das espécies de culturas anuais, hortaliças e forrageiras é efetuado utilizando-se sementes. Tais sementes são semeadas em campo e o seu estabelecimento depende diretamente das condições de ambiente. E de forma geral, estas condições não são controladas. Portanto a avaliação do potencial fisiológico destas sementes deve ser efetuada de maneira eficiente, de forma que permita a identificação de lotes com maiores chances de se estabelecerem a campo, promovendo emergência rápida e uniforme. Consequentemente constituindo um estande de plantas vigorosas e de alto potencial produtivo, que ao final do ciclo de produção afetam diretamente o rendimento da cultura e a qualidade do produto (MARCOS-FILHO, 2015).

A avaliação mais comum do potencial fisiológico das sementes é o teste de germinação. Este teste tem como por objetivo avaliar o potencial de uma semente de germinar e produzir uma plântula normal sob condições favoráveis ao desenvolvimento. No Brasil a metodologia utilizada para a realização do teste de germinação é descrita nas Regras para Análise de Sementes (2009).

O teste de germinação de sementes é conduzido sobre as condições ambientais mais favoráveis a espécie em análise, atendo as exigências de água, temperatura, aeração, luminosidade e substrato a fim de garantir a germinação rápida, regular e completa das amostras avaliadas. Portanto o teste gera resultados essenciais para determinar a diferença de qualidade de lotes de sementes. É considerado eficiente pois fornece informação referente ao potencial de germinação de um lote de sementes, apresenta alto grau de padronização com grande possibilidade de repetição dos resultados e proporciona a capacidade de identificar anomalias morfológicas no desenvolvimento das plântulas, não obstante o teste de

germinação é utilizado com referência para a aprovação da comercialização de lotes de sementes (MARCOS-FILHO, 2015).

O teste de tetrazólio é uma metodologia rápida que tem por objetivo avaliar a viabilidade e o vigor de sementes, a partir da divulgação do método nos Estados Unidos da América e ampliação das pesquisas com relação ao mesmo foi conduzida a elaboração do de um Manual de teste de Tetrazólio pela ISTA, em 1985 (FRANÇA-NETO, KRZYZANOWSKI e DA COSTA, 1998).

O teste de tetrazólio consiste na avaliação visual das sementes de acordo com sua coloração na presença do sal de tetrazólio, este sal em tecidos vivos é reduzido a um composto conhecido como formazam que possui uma coloração avermelhada. A reação de redução do sal de tetrazólio é intimamente ligada com a respiração celular nas mitocôndrias, de forma que com o exame visual das sementes é possível observar o tecido vivo e distingui-lo do tecido morto ou daquele que apresenta distúrbios em sua atividade fisiológica (FRANÇA-NETO et al, 1988).

Dentre a ampla gama de teste de vigor disponíveis para a realização, dentre os quais estão os testes que se baseiam no desempenho das plântulas, como o teste de comprimento de plântulas, massa seca (NAKAGAWA, 1999), índice de velocidade de emergência (MAGUIRE, 1962), precocidade de emissão da raiz primária (TOLEDO et al, 1999). Tais testes foram desenvolvidos para avaliar a eficiência dos mecanismos de reparo durante a embebição e a quantidade de energia gasta para tais reparos, onde sementes de menor vigor demandam mais energia, logo ocorre prejuízo a germinação, velocidade de germinação e desempenho das plântulas, seja em tamanho ou massa seca acumulada (MARCOS-FILHO, 2015).

Outro teste amplamente utilizado para a avaliação do vigor em sementes de soja é o teste de envelhecimento acelerado. O teste avalia o vigor de sementes pelo seu condicionamento a uma situação de estresse que proporcione alta atividade metabólica as sementes e rápida deterioração, logo sementes de maior vigor apresentam melhores resultados no teste, pois suportam as situações de estresse, apresentando menor redução do desempenho das sementes (ROSSETO E MARCOS-FILHO, 1995).

Muitos testes para a avaliação do potencial fisiológico das sementes têm sido empregados, cada teste apresenta a sua peculiaridade e a eficiência dos testes dependerá da escolha do método em função dos objetivos pretendidos, onde por exemplo certos testes se correlacionam melhor com armazenamento de sementes e

outros com o desempenho a campo. O uso de apenas um teste pode levar a tomada de decisão incorreta, logo é conveniente a tomada de decisão com base na interpretação de dois ou mais estes. (MARCOS-FILHO, 2015).

4.3 Inoculação e tratamento de sementes

4.3.1 Inoculação de sementes

A inoculação consiste na prática de introduzir um microrganismo em uma planta, a prática da inoculação pode ser efetuada de diversas formas, como via semente, solo, raiz ou parte aérea (LOPES, 2021).

A inoculação de microrganismos simbióticos na cultura da soja teve um grande avanço a partir da inoculação de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* sp. nas sementes, tais bactérias desenvolvem uma relação simbiótica com a soja e realizam a fixação biológica de nitrogênio (FBN), disponibilizando tal nutriente às plantas e retornando em altas produtividades. (ALVES, 2003).

A utilização de fertilizantes nitrogenados corresponde ao de maior custo na agricultura, e um dos objetivos da agricultura sustentável é a utilização eficiente do nitrogênio, tendo como grande aliado a fixação biológica de nitrogênio (GRAHAM e VANCE, 2000). Além da FBN, as bactérias inoculadas em plantas podem contribuir com o crescimento das mesmas e disponibilização de outros nutrientes, bactérias com tais capacidades são denominadas de bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCPs) (SALA et al, 2008).

Os microrganismos podem agir como bioestimulantes ou fitoestimulantes. Por atuarem como agentes moduladores da síntese de fitohormônios, ativam reações fisiológicas e modificam o metabolismo vegetal, incrementando a taxa de crescimento e otimizando a plasticidade da planta, resultando em plantas mais resilientes que se adaptam as diversas condições ambientais (NASCIMENTO et al, 2021).

A inoculação de sementes de soja com bactérias fixadoras de nitrogênio é uma tecnologia a muito tempo utilizada, desde a década de 1990 (DOBEREINER, 1990). A inoculação com outros microrganismos como fungos e bactérias que possuem funções de promover o crescimento (BATISTA et al, 2018) e controlar patógenos em plantas (POMELLA e RIBEIRO, 2009). São tecnologias mais recentes e que vem ganhando mundialmente mais adeptos, pois promovem a melhoria dos

sistemas de produção, favorecendo a absorção de nutrientes, o controle de pragas e doenças, promovendo assim uma agricultura mais sustentável (LOPES, 2021).

Dentre as vantagens da utilização de microrganismos no sistema de produção estão o controle de patógenos em plantas, como por exemplo o *Trichoderma harzianum* que possui a capacidade de contaminar escleródio do fungo *Sclerotinia sclerotiorum* agente causal da doença mofo-branco, a aplicação de *T. harzianum* sobre a palhada proporcionou redução da incidência da doença sobre a soja (GÖRGEN, et al 2009).

Utilizando de isolados de *Pseudomonas fluorescens* Santos et al. (2010), determinaram que o microrganismo possui efeito antagônico no desenvolvimento do patógeno *Macrophomina phaseolina* agente causal da podridão de carvão.

A inoculação de *Azospirillum brasiliense* em soja tem sido realizada com a técnica chamada de co-inoculação, onde é feita a inoculação de *Bradyrhizobium* sp. mais *Azospirillum brasiliense*, esta técnica resulta em maiores produtividades quando comparada a inoculação convencional (MEERT, et al 2020).

O gênero *Streptomyces* sp. quando inoculado em soja resulta na promoção de crescimento da planta, proporcionando incrementos de massa das plantas e aumentando a produtividade da soja (MARTINS, 2017).

4.3.2 Tratamento de sementes com complexos nutricionais

A aplicação de produtos químicos, biológicos e agentes físicos a semente é entendido como tratamento de sementes, tais métodos são utilizados para melhorar e ou garantir o valor cultural e comercial daquela semente (AMARO et al, 2020). São utilizadas nas sementes defensivos agrícolas como fungicidas, inseticidas, nematicidas, inoculantes com bactérias fixadoras de nitrogênio, e fertilizantes que possuem macronutrientes e micronutrientes (PARISI e MEDINA, 2013).

A qualidade do tratamento é dependente da tecnologia de aplicação do produto escolhida e do recobrimento das sementes pelo produto, a aplicação deve ser precisa de forma que todas as sementes recebam a mesma quantidade de produto e que este esteja uniformemente distribuído pela superfície das sementes (MACHADO et al, 2006).

Tratando-se de nutrição de plantas, tem-se nutrientes classificados como essenciais, são conhecidos atualmente 16 elementos essenciais as plantas, estes

elementos são classificados em duas categorias, micronutrientes e micronutrientes de acordo com a quantidade presente na massa seca das plantas (MALAVOLTA, 1980).

Alguns micronutrientes como cobalto e molibdênio podem ter efeito muito positivos sobre o rendimento de grãos de cultura da soja, onde a utilização de molibdênio no tratamento de sementes aumentou a produtividade da soja em até 480 kg/ha⁻¹ (SFREDO et al, 1997).

O molibdênio está presente nas plantas superiores em concentrações inferiores a 1,0 mg.kg⁻¹ de matéria seca e encontra-se em duas enzimas muito importantes para a agricultura, a nitrato redutase e a nitrogenase, pois estas são catalisadoras do processo de fixação biológica de nitrogênio. O cobalto é considerado essencial para a fixação biológica do nitrogênio, apesar de não ser classificado como essencial para as plantas superiores, este elemento está presente na forma da coenzima cobalamina nos nódulos de bactérias fixadoras de nitrogênio (KIRKBY e RÖMHELD, 2007).

Ribeiro et al (2014) ao realizarem experimento tratando sementes de soja com fertilizante que possuía cobalto, molibdênio e nitrogênio em sua formulação obtiveram incremento significativo no rendimento de grãos.

Em um experimento onde avaliou-se o desempenho fisiológico de sementes de soja tratadas com defensivos agrícolas e fertilizante, Frare (2020), verificou que os tratamentos que possuíam macro e micronutrientes provenientes do fertilizante possuíam maior comprimento de raiz do que aqueles com os defensivos isolados e que a testemunha.

A utilização de fertilizante de ação bioestimulante no tratamento de sementes de soja proporcionou maior qualidade fisiológica as sementes, onde Matera et al. (2018), obtiveram maior percentagem de germinação e vigor nas sementes tratadas com bioestimulantes.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Caracterização do local e material experimental

O experimento foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos, durante o período de julho a agosto de 2021. Para a realização do experimento foram utilizadas sementes de soja da cultivar SoyTech™ BS 2606 IPRO provenientes da safra 2020/2021.

Foram realizadas análises para a caracterização inicial do lote de sementes quanto às suas características físicas e fisiológicas. Conduziu-se a determinação do peso de mil sementes (PMS) e teste de germinação, ambos conforme metodologia proposta pelas Regras para Análise de Sementes (R.A.S.) (BRASIL, 2009). Aferição do teor de água com medidor de umidade de grãos Gehaka modelo G200 e determinação de vigor pelo teste de envelhecimento acelerado, conforme metodologia proposta por Krzyzanowski, França-Neto e Vieira (1999). Após a condução das análises do lote de sementes obteve-se valores de 171,3 gramas para o PMS, 11,8 % para o teor de água, 92% de germinação e 78% de vigor, pelo teste de envelhecimento acelerado.

5.2 Tratamento das sementes

Para a avaliação do efeito nas sementes, foram realizados 7 tratamentos, incluso a testemunha, conforme Tabela 1, dos quais T2, T3, e T4 são microrganismos e T5, T6, e T7 são fertilizantes comerciais utilizados na cultura da soja.

Tabela 1 – Tratamentos e sua respectiva dose.

Tratamento	Dose
T1 – Testemunha	Sem tratamento
T2 – <i>Streptomyces</i> sp. (CLV 115)	2,0 g ⁻¹ /kg ⁻¹ de sementes
T3 – <i>Azospirillum brasilense</i>	2,0 mL ⁻¹ /kg ⁻¹ de sementes
T4 – <i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,0 mL ⁻¹ /kg ⁻¹ de sementes
T5 – Pack Seed®	3,0 mL ⁻¹ /kg ⁻¹ de sementes
T6 – Ultra Mn Max®	3,0 mL ⁻¹ /kg ⁻¹ de sementes
T7 – Twin Pack Max®	3,0 mL ⁻¹ /kg ⁻¹ de sementes

Fonte: Autoria própria (2022).

O tratamento de sementes foi realizado de forma manual, com a utilização de balança digital, sacos plásticos e micropipeta. Primeiramente com o auxílio de balança digital foram elaboradas 7 amostras de 200 gramas de sementes do lote de sementes, na sequência as sementes foram condicionadas em sacos plásticos de volume de 3 litros. A dose de cada tratamento foi de acordo com a descrita na Tabela 1. A partir da dose determinada, por cálculo de proporção, chegou-se à quantidade de produto necessário para tratar a quantidade de 200 gramas de sementes. De acordo com o valor obtido pelo cálculo dosou-se o produto com o auxílio de micropipeta ou balança analítica. O produto foi despejado sobre as sementes condicionadas nos sacos plásticos (Figura 1), então inflou-se o saco e as sementes foram vigorosamente agitadas de forma a proporcionar que o tratamento aderisse de forma homogênea sobre as sementes. Após o tratamento das sementes foram executados os testes de avaliação de qualidade fisiológica das sementes.

Figura 1 – A) Sementes de soja condicionadas em saco plástico para o tratamento. B) Saco plástico inflado para permitir a livre movimentação das sementes durante o tratamento.



Fonte: Autoria própria (2021)

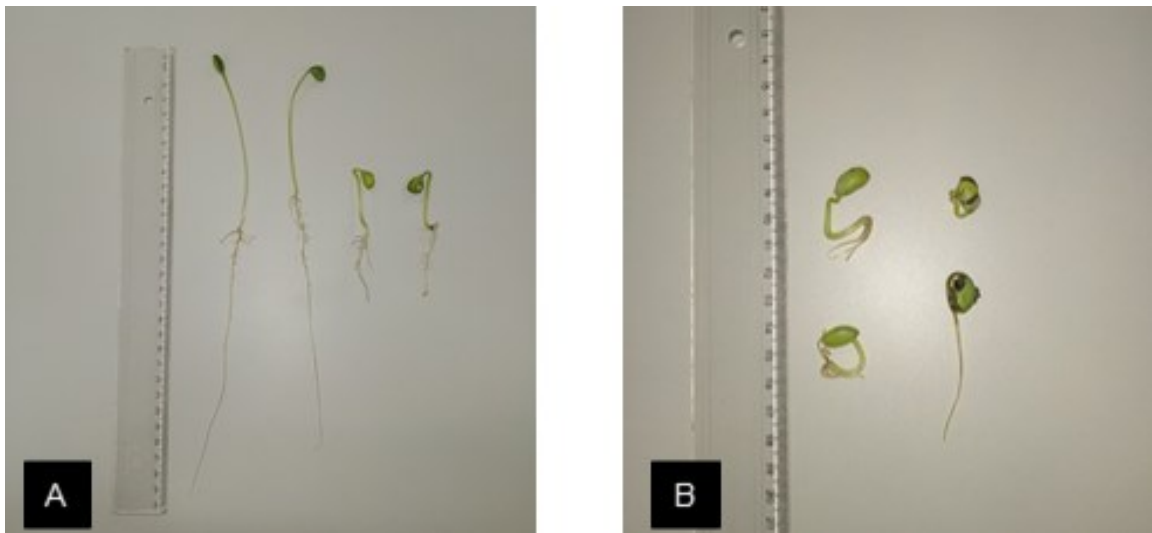
5.3 Determinação do desempenho fisiológico de sementes de soja

Para a determinação do efeito dos tratamentos sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja foram realizados os testes de germinação, teste de comprimento de plântulas, massa seca de plântulas e índice de velocidade de emergência (IVE), a descrição de cada análise é realizada na sequência.

5.3.1 Teste de germinação.

O teste de germinação de sementes foi realizado conforme metodologia descrita na Regras para Análise de Sementes (R.A.S.) (BRASIL, 2009), onde foram realizadas 4 repetições de 50 sementes para cada tratamento. Com o auxílio de um tablado perfurado as sementes foram condicionadas sobre duas folhas de papel “germiteste” (Figura 2) umedecidas com 2,5 vezes sua massa em água, uma terceira folha foi colocada sobre as sementes e então confeccionados os rolos. Após confeccionados, os rolos foram colocados dentro de sacos plásticos, posteriormente os rolos foram levados ao germinador e colocados na posição vertical, a temperatura de 25°C durante um período de 8 dias, onde ao 5º dia realizou-se a primeira contagem de plântulas normais e ao 8º dia a segunda contagem, as plântulas são classificadas em normais e anormais (Figura 2) de acordo com as R.A.S, o resultado do teste é expresso em porcentagem de plântulas normais da primeira e segunda contagem.

Figura 2 -A) Plântulas de soja classificadas como normais. B) Plântulas de soja classificadas como anormais.



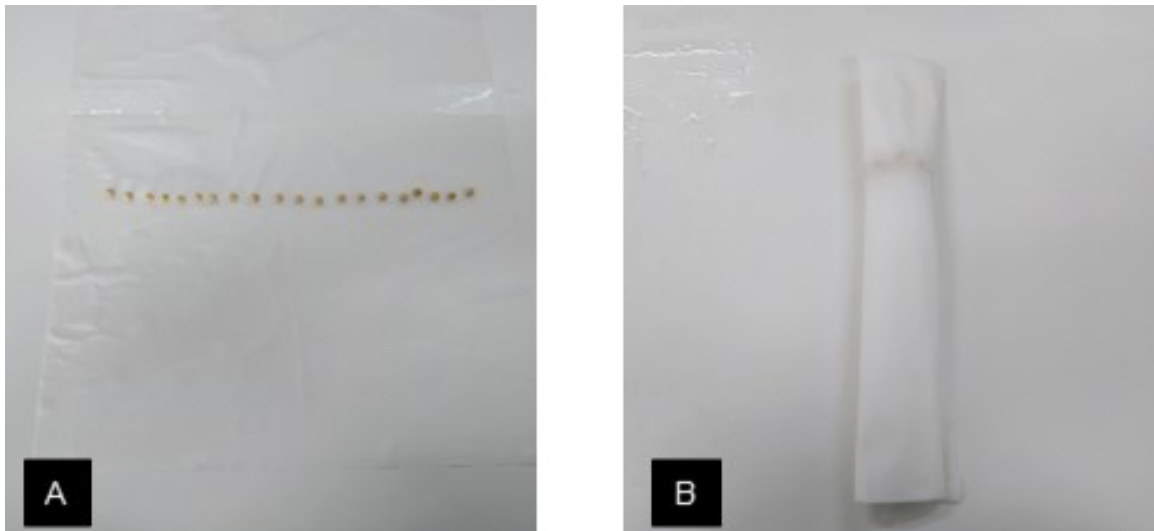
Fonte: Autoria própria (2021)

5.3.2 Teste de comprimento de plântulas

O teste de comprimento de plântulas foi realizado conforme metodologia adaptada de Nakagawa (1999), onde foram realizadas 4 repetições de 20 sementes para cada tratamento. Assim como no teste de germinação foram utilizadas 3 folhas de papel “germiteste”, duas abaixo e uma acima das sementes. As sementes foram

dispostas sobre o papel germiteste em linha horizontal no terço superior do papel, conforme Figura 3, após foram confeccionados os rolos com as repetições, então estes foram levados ao germinador nas mesmas condições do teste de germinação, ou seja, a 25°C, durante o período de oito dias. Ao oitavo dia realizou-se a avaliação das plântulas, onde com o auxílio de papel milimetrado foi aferido as variáveis comprimento de parte área das plântulas, comprimento de raiz e comprimento total das plântulas. Avaliou-se somente as plântulas classificadas como normais, conforme classificação da R.A.S. (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em centímetros.

Figura 3 – A) Sementes dispostas horizontalmente sobre o terço superior do papel para o teste de comprimento de plântulas. B) Rolo do teste de comprimento de plântulas confeccionado.



Fonte: Autoria própria (2021)

5.3.3 Massa seca de plântulas

Para a avaliação da massa seca de plântulas, foram utilizadas as plântulas provenientes do teste de comprimento de plântulas, após aferidas as medidas do devido teste, das plântulas normais foram retirados os cotilédones, então as plântulas da repetição foram condicionadas em sacos de papel kraft e levadas a estufa de circulação de ar forçada a temperatura de 80° C durante um período de 24 horas (NAKAGAWA, 1999). Após o período de secagem, foi realizada a aferição da massa de plântulas da repetição em balança analítica com precisão de 0,001 g⁻¹. Os

resultados correspondem a média da massa das plântulas presentes na repetição e são expressos em miligramas por plântula.

5.3.4 Emergência em areia

O teste de emergência em areia foi realizado seguindo-se metodologia adaptada das Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009), o teste foi conduzido em casa de vegetação, utilizou-se quatro repetições de 25 sementes cada. A areia utilizada para o teste foi colocada em bandejas plásticas e irrigada com 60% da sua capacidade de retenção de água, a determinação da capacidade de retenção de água foi realizada anteriormente a implantação do teste com uma amostra da mesma areia utilizada para o teste. O cálculo de retenção de água foi executado conforme as R.A.S. (BRASIL, 2009). Com o auxílio de uma régua, foram abertos sulcos espaçados 5 centímetros entre si e com 3 centímetros de profundidade na areia, em cada sulco foram depositadas 25 sementes. A umidade do substrato foi mantida com irrigações diárias. A avaliação do teste ocorreu ao décimo quarto dia após a implantação, quando não houve emergência de novas plântulas, foi avaliado o número total de plântulas emergidas.

5.3.5 Índice de Velocidade de Emergência (IVE)

A determinação do índice de velocidade de emergência foi realizada em conjunto com o teste de emergência em areia, onde diariamente era realizado a contagem do número de plantas emergidas, considerava-se emergida a plântula, quando tinha ambos os cotilédones um centímetro acima do nível do solo. Com o valor do número de plantas emergidas diariamente foi calculado o índice de velocidade de emergência utilizando-se o cálculo proposto por Maguire (1962), conforme equação 1.

Equação 1 – Fórmula para o cálculo do índice de velocidade de emergência

$$IVE = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$$

Onde: G = número de plantas emergidas na primeira, segunda, ..., última contagens; e N = número de dias da semeadura à primeira, segunda, ..., última contagens.

5.4 Delineamento experimental

O ensaio foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, utilizando-se os diferentes tratamentos como fatores de variação. Após a execução dos testes e coleta dos dados, os mesmos foram submetidos a análise variância (ANOVA) e então realizado o teste de comparação de médias Tukey a 5% de probabilidade com o auxílio de programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, conforme Tabela 2, houve diferença significativa para as variáveis analisadas germinação, comprimento de raiz, comprimento total e índice de velocidade de emergência, diante dos resultados obtidos é analisada na sequência os dados médios.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância das fontes de variação (FV) e quadrado médio do erro (QM erro). UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2022.

FV	QM erro
Germinação	8.654762*
Comprimento de parte aérea	1.506577 ^{ns}
Comprimento de raiz	1.586027*
Comprimento total	4.602352*
Massa seca de plântulas	0.00002 ^{ns}
Índice de velocidade de emergência	0.041624*
Emergência em areia	3.440476 ^{ns}

Nota: *Significativo a 5% de probabilidade, ^{ns} Não significativo

Fonte: Fonte: Autoria própria (2022).

6.1 Teste de germinação

Para o teste de germinação houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis germinação e plântulas anormais, os resultados são expressos na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados das variáveis obtidas através do teste de germinação. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2022.

Tratamento	Germinação (%)
T1 – Testemunha	94 a
T2 – <i>Streptomyces</i> sp. (CLV 115)	84 b
T3 – <i>Azospirillum brasilense</i>	90 ab
T4 – <i>Pseudomonas fluorescens</i>	94 a
T5 – Pack Seed®	90 ab
T6 – Ultra Mn Max®	94 a
T7 – Twin Pack Max®	85 b
CV (%)	3,25

Nota: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo.

Fonte: Autoria própria (2022).

Observa-se que para a variável germinação ocorreu interferência dos tratamentos, sendo que possui especificidade em função dos complexos nutricionais e dos agentes biológicos utilizados, algo que deve ser observado com cautela quanto a sua utilização, doses ou forma de aplicação. A germinação corresponde ao percentual de plântulas normais de acordo com a R.A.S (BRASIL, 2009).

Já resultados obtidos por Matera et al (2018), em um ensaio realizando o tratamento de sementes de soja com defensivos agrícolas e fertilizantes obtiveram melhor resultado para a germinação nos tratamentos que continham o fertilizante em comparação a testemunha.

Prado (2018) avaliando o efeito fisiológico da inoculação de sementes de soja com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasiliense* conclui que a inoculação não interferiu nos parâmetros fisiológicos das sementes de soja da cultivar AS 3680 IPRO. A inoculação de *Azospirillum brasiliense* em sementes de milho e trigo, não resultou em influência na germinação das sementes (DARTORA et al, 2018).

Junior et al (2021) determinaram que a inoculação de sementes de soja com *Azospirillum brasiliense* favoreceu as sementes de forma que estas tiveram maiores percentuais de germinação e vigor, diferente do resultado encontrado neste trabalho, onde o tratamento com o mesmo microrganismo não resultou em maior germinação.

A redução da germinação observada pode ter ocorrido devido a possíveis efeitos de fitotoxicidade proporcionados pelos complexos nutricionais, ou até mesmo por metabólitos quando utilizou-se a *Streptomyces*, assim como ocorre danos com tratamento de sementes a base de fungicidas e inseticidas (DAN et al, 2012).

O efeito de fitotoxicidade dos fertilizantes nas sementes pode ser observado em um ensaio avaliando a qualidade fisiológica de sementes de soja com diferentes doses de fertilizante foliar conduzido por Ramos (2021), onde o autor obteve incremento no número de plântulas anormais com o aumento da dose do fertilizante para a cultivar de soja RK 7518.

Perante os resultados de germinação, todos os tratamentos se encontram acima de 80%, sendo assim, de acordo com a Instrução Normativa N°45 de 17 de setembro de 2013, as sementes encontram-se aptas para a comercialização (MAPA, 2013).

A inoculação de sementes com microrganismos simbióticos é uma prática que é adotada a muito tempo e vasta é a literatura trazendo seus benefícios, principalmente quando se refere a fixação biológica de nitrogênio, os benefícios da inoculação são visíveis após o desenvolvimento da planta, pois para que estes microrganismos possam expressar seu potencial e trazer benefícios a cultura, eles devem estar no sistema solo-planta, onde as condições de laboratório do experimento não permitem explorar de forma completa o potencial destes.

6.2 Teste de comprimento de plântulas e avaliação de massa seca

Para o teste de comprimento de plântulas e massa seca os resultados encontram-se na Tabela 4. Para o teste de comprimento de plântulas houve diferença estatística entre as variáveis comprimento de raiz e comprimento total de plântulas, já para o comprimento de parte aérea não se obteve diferença entre os tratamentos, para a avaliação de massa seca não houve diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 4 – Resultado das variáveis obtidas através do teste de comprimento de plântulas e massa seca de plântulas. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2022.

Tratamento	Variável analisada			
	Teste de comprimento de plântulas			Avaliação de massa seca
	Comprimento de parte aérea (cm)	Comprimento da raiz (cm)	Comprimento total (cm)	Massa seca (g planta)
T1 – Testemunha	9,68 ^{ns}	15,67 abc	25,35 ab	0,0482 ^{ns}
T2 – <i>Streptomyces</i> sp. (CLV 115)	11,62 ^{ns}	14,53 bc	26,16 ab	0,0491 ^{ns}
T3 – <i>Azospirillum brasilense</i>	10,11 ^{ns}	13,25 c	23,35 b	0,0454 ^{ns}
T4 – <i>Pseudomonas fluorescens</i>	10,27 ^{ns}	14,62 bc	24,89 ab	0,0462 ^{ns}
T5 – Pack Seed®	12,32 ^{ns}	17,25 ab	29,58 a	0,0478 ^{ns}
T6 – Ultra Mn Max®	11,33 ^{ns}	16,59 ab	27,92 ab	0,0496 ^{ns}
T7 – Twin Pack Max®	11,04 ^{ns}	18,31 a	29,35 a	0,0436 ^{ns}
CV (%)	11,25	8,02	8,05	9,57

Nota: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo.

Fonte: A autoria própria (2022).

Para o comprimento de raiz, o tratamento 7 obteve a maior média, seguido pelas médias dos tratamentos T5 e T6, o tratamento T3 apresentou a menor média para o comprimento de raiz.

Para a variável comprimento total, os tratamentos T5 e T7 foram superiores, enquanto o tratamento T3 foi inferior aos demais, possuindo o menor valor médio para o comprimento total.

Os complexos nutricionais em sua formulação possuem macronutrientes e micronutrientes, e tais nutrientes são essenciais ao desenvolvimento das plantas, onde para a soja o nitrogênio é o nutriente requerido em maior quantidade (HUNGRIA e NOGUEIRA, 2016),

O tratamento de sementes com micronutrientes tem como base o princípio de que estes nutrientes serão translocados para a planta, a presença destes nutrientes torna-se importante para o desenvolvimento da cultura, reduzindo as chances do aparecimento de sintomas precoces de deficiência nutricional (OLIVEIRA et al, 2010).

O nitrogênio está ligado aos aminoácidos, logo a síntese proteica da planta (HARPER, 1994), o fornecimento de tal nutriente logo após a germinação e em um substrato inerte como o papel germiteste pode explicar o maior desempenho de tais

tratamentos em comparação aos demais. Conforme destacado por Vanzolini (2002) o comprimento de raiz é eficiente para evidenciar diferenças entre vigor em lotes de sementes de soja, no caso deste estudo o comprimento de raiz diferenciou os tratamentos de sementes.

Os maiores valores médios para o comprimento de raiz e comprimento total dos tratamentos com fertilizantes corroboram com os resultados obtidos por Binsfeld et al (2014) em que obtiveram maior comprimento de parte aérea e raiz em sementes de soja tratadas com complexo nutricionais que continham em sua formulação macronutrientes e micronutrientes.

Para o comprimento de plântulas, o resultado encontrado para o tratamento com *Azospirillum brasiliense* difere daquele obtido por Júnior et al (2021), onde para os autores a inoculação do microrganismo resultou em maior comprimento de plântulas.

O resultado encontrado para os tratamentos onde utilizou-se da inoculação nas sementes de soja corroboram com Assumpção et al (2009) que avaliaram o efeito de isolados de microrganismos endófitos da soja, incluindo bactérias do gênero *Streptomyces* sp. *Azospirillum* sp. e concluíram que tais microrganismos são capazes de auxiliar no controle de patógenos, sintetizar fitohormônios, porém não incrementaram o crescimento das plantas de soja em estudo.

6.3 Emergência em areia e índice de velocidade de emergência (IVE)

Para o teste de emergência em areia e o índice de velocidade de emergência, o resultado é expresso na Tabela 5, onde para o IVE houve diferença estatística entre os tratamentos, já para a emergência final não houve diferença entre os tratamentos.

Tabela 5 – Resultado das variáveis obtidas através do teste de emergência em areia e índice de velocidade de emergência (IVE). UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2022.

Variável analisada		
Tratamento	IVE	Emergência final (%)
T1 – Testemunha	2,46 ab	88 ^{ns}
T2 – <i>Streptomyces</i> sp. (CLV 115)	2,44 ab	88 ^{ns}
T3 – <i>Azospirillum brasilense</i>	2,34 b	81 ^{ns}
T4 – <i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,72 ab	93 ^{ns}
T5 – Pack Seed®	2,87 a	93 ^{ns}
T6 – Ultra Mn Max®	2,57 ab	86 ^{ns}
T7 – Twin Pack Max®	2,81 a	90 ^{ns}
CV (%)	7,84	8,39

Nota: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo.

Fonte: A autoria própria (2022).

Para o IVE, o tratamento T7 e T5 diferenciaram-se dos demais com as maiores médias, enquanto T3 diferenciou-se com as menores médias.

Na avaliação do comprimento de plântulas o tratamento 3 obteve os menores valores médios para o comprimento de raiz e comprimento total e na avaliação do IVE o mesmo tratamento foi o que se diferenciou com as menores médias, sugerindo que o tratamento com *Azospirillum brasiliense* influenciou de forma negativa o desempenho das sementes, este resultado difere do obtido por Mattos (2017) em que a inoculação com *A. brasiliense* não reduziu o índice de velocidade de emergência em comparação a testemunha, também difere de Oliveira (2020) que avaliando a inoculação de sementes de milho não obteve redução no IVE em sementes inoculadas com *A. brasiliense*.

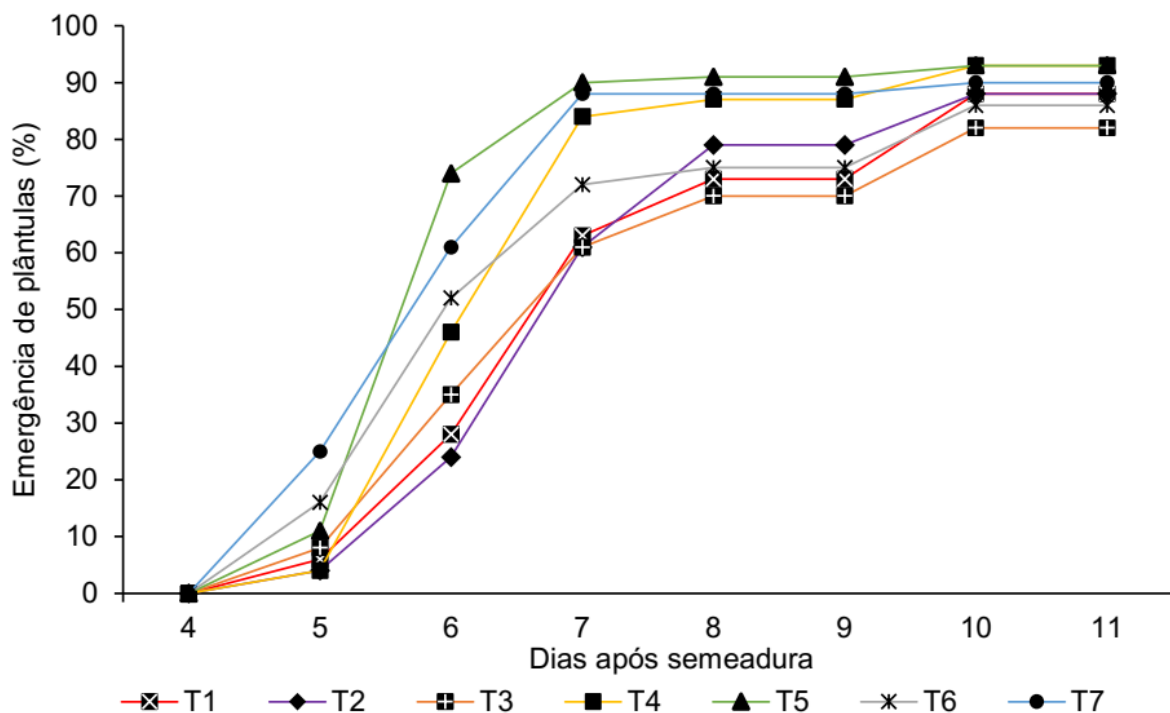
Entretanto diversos trabalhos na literatura demonstram os benefícios da utilização de *A. brasiliense* na soja, como relatado por Libório (2019) onde a co-inoculação com *B. japonicum* incrementou o rendimento de grãos da soja em 16,8%, resultado semelhante no incremento de produtividade é descrito por Hungria, Nogueira e Araujo (2011), que obtiveram incrementos de 14 e 16% na produtividade em dois locais distintos.

O resultado de aumento do IVE para o tratamento com fertilizantes corrobora com os resultados obtidos por Mastella (2016) que avaliando o tratamento de

sementes de soja com fertilizante e bioestimulante relatou aumento no IVE para os tratamentos com fertilizantes e o bioestimulante.

A partir do teste de emergência em areia com a avaliação do número de plantas emergidas diariamente elaborou-se o gráfico de emergência acumulada, conforme Figura 4, onde observa-se a diferença de velocidade de emergência entre os tratamentos.

Figura 4 – Gráfico de emergência acumulada para o teste de emergência em areia. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2022.



Fonte: Autoria própria (2022)

Os tratamentos que apresentam as maiores velocidades de emergência são T5, T7 e T4 respectivamente, observa-se que estes tratamentos obtiveram emergência acima de 80% no sétimo dia após a semeadura, enquanto a testemunha obteve tal valor somente ao décimo dia. O gráfico está correlacionado com o índice de velocidade de emergência presente na tabela 4, em que os tratamentos que obtiverem os maiores valores para o índice de velocidade de emergência foram aqueles que atingiram os maiores percentuais de emergência em menor tempo.

Quanto a porcentagem final de emergência, mesmo aqueles tratamentos que obtiveram menores valores de germinação como o T2 e T7 na emergência em areia

obtiveram bons percentuais de emergência final, uma possível explicação seja o fato de a areia diminuir a velocidade de embebição de água e reduzir um possível dano por fitotoxicidade, onde o método de germinação com substrato é recomendado para sementes tratadas (ROCHA et al, 2020).

7 CONCLUSÃO

Os tratamentos não resultaram em aumento na porcentagem de germinação das sementes. Para o desempenho de plântulas os tratamentos Pack Seed® e Twin Pack Max® promoveram aumento no índice de velocidade de emergência e resultaram em maior comprimento total de plântulas. O tratamento das sementes com Twin Pack Max® resultou em maior comprimento médio de raiz.

REFERÊNCIAS

- ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M.; URQUIAGA, S. The success of BNF in soybean in Brazil. **PlantandSoil**, v. 252, p.1-9, 2003.
- AMARO, H. T. R.; COSTA, R. C.; PORTO, E. M. V.; ARAÚJO, E. C. M.; FERNANDES, H. M. F. Tratamento de sementes com produtos à base de fertilizantes e reguladores de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 26, n. 1, p. 222-242, 31 ago. 2020.
- ANEC - Associação Nacional dos Exportadores de Cereais - **Relatório Anual de Exportações 2021**. 2022. Disponível em: <https://anec.com.br/article/anec-relatorio-anual-de-exportacoes-2021>. Acesso em: 16 abr. de 2022.
- ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – **Produção de Biodiesel**. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-estatisticos> >. Acesso em: 20 de maio de 2022.
- ASSUMPÇÃO, L. C.; PAULO, T. P.; DIAS, C. F. D.; AZEVEDO, J. L.; MENTEN, M. O. M. Diversity and biotechnological potential of endophytic bacterial community of soybean seeds. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 5, p. 503-510, 2009.
- BAGATELI, J. R.; FRANCO, J. B.; MENEGHELLO, G. E.; VILLELA, F. A. Vigor de sementes e densidade populacional: reflexos na morfologia de plantas e produtividade da soja. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 38686-38718, 2020.
- BATISTA, B. D.; QUECINE-VERDI, M. C. e LACAVA, P. T. Mecanismos de promoção de crescimento vegetal por endófitos e rizobactérias. **Biociência**, p. 331 il, 2018.
- BELTRAME, L. C. **Eficiência do uso de fertilizantes, fungicidas e inoculante no tratamento de sementes de soja**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2009.
- BINSFELD, J. D.; BARBIERI, A. P. P.; HUTH, C.; CABRERA, I. C.; HENNING, L. M. M. Uso de bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical** [online]. 2014, v. 44, n. 1 [Acessado 10 Junho 2022] , pp. 88-94. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1983-40632014000100010>>. Epub 24 Abr 2014. ISSN 1983-4063. <https://doi.org/10.1590/S1983-40632014000100010>.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 8, safra 2020/21, n. 12 décimo segundo levantamento, setembro. 2021.

DARTORA, Janaína et al. Influência do tratamento de sementes no desenvolvimento inicial de plântulas de milho e trigo inoculadas com *Azospirillum brasilense*. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 12, n. 3, p. 175-181, 2013.

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V. F.; MARINI, D.; PINTO JÚNIOR, A. S.; MAGALHÃES CUZ, L.; MENSCH, R. Influência do tratamento de sementes no desenvolvimento inicial de plântulas de milho e trigo inoculadas com *Azospirillum brasilense*. **Scientia Agraria Paranaensis**, [S. l.], v. 12, n. 3, p. 175–181, 2013. DOI: 10.18188/sap.v12i3.5809. Disponível em: <https://saber.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/5809>. Acesso em: 10 jun. 2022.

RODRIGUES, D. S.; SCHUCH, L. W. B.; MENEGHELLO, G. E.; PESKE, S. T. Desempenho de plantas de soja em função do vigor das sementes e do estresse hídrico. **Revista Científica Rural**, v. 20, n. 2, p. 144-158, 2018

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

DOBEREINER, J. Avanços recentes na pesquisa em fixação biológica de nitrogênio no Brasil. **Estudos avançados**, v. 4, p. 144-152, 1990.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

FRANÇA NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; PADUA, G.P.; LORINI, I.; HENNING, F.A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2016.

FRANÇA-NETO, J. B. e KRZYZANOWSKI, F. C. Metodologia do teste de tetrazólio em semente de soja. **Embrapa Soja-Documents (INFOTECA-E)**, 2018.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; DA COSTA, N. P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Embrapa Soja, 1998

FRARE, T. T. **Desempenho de cultivares de soja (*Glycine max*) tratadas com fungicida isolado e combinado à inseticida e fertilizante**. 2019. 24 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

GAZZONI, D. L. A soja no Brasil é movida por inovações tecnológicas. **Cienc. Cult.**, São Paulo, v. 70, n. 3, p. 16-18, July 2018. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252018000300005&lng=en&nrm=iso>. acesso em 22 maio 2022. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602018000300005>.

GRAHAM, P.H. & VANCE C.P. Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extension needs. **Field Crops Res.**, 65:93-106, 2000.

GÖRGEN, C. A.; NETO, A. N. S.; CARNEIRO, L. C.; RAGAGNIN, V.; JUNIOR, M. L. Controle do mofo-branco com palhada e *Trichoderma harzianum* 1306 em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** [online]. 2009, v. 44, n. 12 [Acessado 20 Junho 2022], pp. 1583-1590. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100->

204X2009001200004>. Epub 22 Set 2010. ISSN 1678-3921.
<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009001200004>.

HARPER, J.E. Nitrogen metabolism. em: BOOTE, K.J., BENNETT. J.M., SINCLAIR, T.R., et al. **Physiology and determination of crop yield**. Madison : ASA/CSSA/SSSA, 1994. Chapt.11A. p.285-302.

HIRAKURI, Marcelo Hiroshi et al. Análise de aspectos econômicos sobre a qualidade de grãos de soja no Brasil. **Circular técnica**, v. **145**, p. 1-22, 2018.

HUNGRIA, M; NOGUEIRA, M.A.; ARAUJO, R.S. Inoculação com *Azospirillum* brasileiro: inovação em rendimento a baixo custo. **Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E)**, 2011.

HUNGRIA, M; NOGUEIRA, M.A. Conheça as boas práticas da inoculação da soja. Londrina: **Centro Nacional de Pesquisa de Soja**, 2016.

JÚNIOR, J. B. A. G.; LIMA, J. J. P.; LOBATO, M. S.; BRITO, A. M.; COSTA, E. M.; ROCHA, L. B. Inoculação com *Azospirillum* brasileiro e *Bradyrhizobium japonicum* melhora o desempenho fisiológico de sementes de soja?. **Revista Principia**, João Pessoa, set. 2021. ISSN 2447-9187. Disponível em: <<https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/5408>>. Acesso em: 22 Mai. 2022. doi:<http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2021id5408>.

KIRKBY, E. A.; RÖMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. **Informações agrônômicas**, v. 118, n. 2, p. 1-24, 2007.

KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24

LIBÓRIO, P. H. S. **Desempenho simbiótico e produtivo de cultivares de soja submetidas a co-inoculação com *Azospirillum***. 2019

LOPES, M. J. S.; SANTIAGO, B. S.; SILVA, I. N. B.; GURGEL, E. S. C. Microbial biotechnology: inoculation, mechanisms of action and benefits to plants. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 12, p. e356101220585, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i12.20585. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/20585>. Acesso em: 10 jun. 2022.

MACHADO, J. da C.; WAQUIL, J. M.; SANTOS, J. P. dos; REICHENBACH, J. W. Tratamento de sementes no controle de fitopatógenos e pragas. **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2006.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Sci.**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ceres, 1980. 251p

MASTELLA, L. D. **Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com fertilizante mineral e bioestimulante**. Curitiba – SC. 2016.

MARCOS-FILHO, J. Germinação de sementes. **Semana de Atualização em Produção de Sementes**, v. 1, p. 11-39, 1986.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. 2. ed.** Londrina: ABRATES, 660p. 2015.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROSTAT - Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro: indicadores gerais 2021.** Disponível em: < <https://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.html> >. Acesso em: 20 maio de 2022.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013.** Brasília, 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/copy_of_INN45de17desetembrode2013.pdf> Acesso em 25 de maio de 2022.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: **Painel Brasileiro de Sementes.** Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumosagropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/painel-brasileiro-sementes> Acesso em: 25 de maio de 2022

MARTINS, A. L. L. **Eficiência de *Streptomyces* spp. no biocontrole de fitopatógenos e promotor de crescimento vegetal.** 2017. 104f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Gurupi, 2017.

MATERA, T. C.; PEREIRA, L. C.; BRACCINI, A. L.; PIANA, S. C.; SUZUKAWA, A. K.; FERRI, G. C.; PEREIRA, R. C.; CORREIA, L. V. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas, fungicidas e fertilizante. **Scientia Agraria Paranaensis**, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 236, 2018. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/19454>. Acesso em: 10 maio. 2022.

MATTOS, M. **Promoção do crescimento de soja a partir da inoculação de sementes com microrganismos não noduladores.** Monografia. Cerro Largo – RS. 2017.

MEERT, L.; FERNANDES, F. B.; MULLER, M. M. L.; RIZZARDI, D. A.; ESPINDOLA, J. S. Inoculação e coinoculação com *bradyrhizobium japonicum* e *azospirillum brasilense* na cultura da soja. **Revista de Ciência Agronômica**, v. 29, p. 118-129, 2020.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24

NASCIMENTO, C. H.; FERREIRA, J. S.; SANTOS, R. K. A.; LIMA, C. D. de L.; LADEIA, C. A.; ÁVILA, J. S.; FILHO, R. L. da S. A. Desenvolvimento de *Eucalyptus urophylla* submetido à inoculação de bactérias diazotróficas nativas. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 47287-47304, 2021.

NAVARRO JÚNIOR, H.M; COSTA, J. A.. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 269-274, 2002.

OLIVEIRA, H. **Azospirillum brasiliense como atenuante do efeito da salinidade em milho irrigado**. Tese Doutorado, Campina Grande – PB. 2020.

OLIVEIRA, R.H.; SOUZA, M.J.L.; MORAIS, O.M.; GUIMARÃES, B.V.C.; PEREIRA JÚNIOR, H.A. Potencial fisiológico de sementes de mamona tratadas com micronutrientes. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 4, p. 701-707, 2010

PARISI, J. J. D.; MEDINA, P. F. Tratamento de sementes. **Instituto Agrônomo de Campinas**, 2013.

POMELLA, A. W. V.; RIBEIRO, R. T. S. Controle biológico com Trichoderma em grandes culturas—uma visão empresarial. **Biocontrole de Doenças de Plantas**, p. 239, 2009.

PRADO, P. V. P. **Teste de germinação e crescimento inicial de plântulas com coinoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasiliense* em soja**. Uberlândia - MG. 2018.

RAMOS, D. da S. **Qualidade fisiológica de sementes de Soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em resposta ao tratamento com fertilizantes**. Uberlândia - MG, 2021.

RIBEIRO, F. de C. R.; SILVA, J. I. C. da; SILVA, E. L. da; ERASMO, E. A. L.; ALVES, J. B. P. Resposta do cultivar de soja MSOY 8766 RR submetido à aplicação de fertilizantes via tratamento de sementes e via foliar em diferentes épocas. **Revista Cultivando o Saber**, v. 7, n. 2, p. 48-60, 2014.

ROCHA, D. K.; CARVLHO, E. R.; PIRES, R. M. de O.; SANTOS, H. O.; PENIDO, A. C.; ANDRADE. D. B. O substrato afeta a avaliação da germinação de sementes de soja tratadas com produtos fitossanitários ?. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 44, 2020.

ROSSETTO, C. A. V.; MARCOS-FILHO, J. Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Scientia Agricola**, v. 52, p. 123-131, 1995.

SALA, V. M. R.; CARDOSO, E. J. B. N.; FREITAS, J. G.; SILVEIRA, A. P. D. Novas bactérias diazotróficas endofíticas na cultura do trigo em interação com a adubação nitrogenada, no campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1099-1106, 2008.

SANTOS, P. J. C.; BENATO, L.C.; SOUZA, N.V.; VIEIRA, N.D.; ALMEIDA, A.M.R. Utilização de *Pseudomonas fluorescens* no controle biológico de *Macrophomina phaseolina*. **Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E)**, 2010.

SEIXAS, C. D. S. Sistemas de produção – Tecnologias de Produção de Soja. **Embrapa soja**, 347 p. 2020.

SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M; NEPOMUCENO, A. L; DE OLIVERA, M. C. N. Eficácia de produtos contendo micronutrientes, aplicados via semente, sobre produtividade e teores de proteína da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, n. 1, p. 41-45, 1997.

SILVA, B. A. N. A casca de soja e sua utilização na alimentação animal. Revista Eletrônica **Nutritime**, v. 1, n. 1, p. 59-68, 2004.

SILVA, F. F. da; CASTRO, E. M.; MOREIRA, S. I.; FERREIRA, T. C.; LIMA, A. E. de; ALVES, E. Emergência e análise ultraestrutural de plântulas de soja inoculadas com *Sclerotinia sclerotiorum* sob efeito da aplicação de *Trichoderma harzianum*. **Summa Phytopathologica**, v. 43, p. 41-45, 2017.

TOLEDO, F. F.; NOVENBRE, A. D. da L. C.; CHAMMA, H. M. C. P.; MASCHIETTO, R. W. Vigor de sementes de milho (*Zea mays* L.) avaliado pela precocidade de emissão da raiz primária. **Scientia Agricola**, v. 56, p. 191-196, 1999.

VANZOLINI, S. **Relações entre o vigor e testes de vigor com o desempenho das sementes e das plântulas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em campo**. 2002. 96f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002

VILLAS BÔAS, H.D.C.; PESKE, S.T. Qualidade de semente na caixa da semeadora. Associação Brasileira de Sementes e Mudanças. **Anuário ABRASEM 2006**, Brasília, DF. P. 76-77, 2007.