



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

MIRELLY COELHO DE SOUZA

MICROBIOLIZAÇÃO EM SEMENTES DE FEIJÃO-FAVA

**AREIA
2023**

MIRELLY COELHO DE SOUZA

MICROBIOLIZAÇÃO EM SEMENTES DE FEIJÃO-FAVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia, da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador(a): Prof^ª. Dra. Luciana Cordeiro do Nascimento

**AREIA
2023**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S729m Souza, Mirelly Coêlho de.
Microbiolização em sementes de feijão-fava / Mirelly
Coêlho de Souza. - Areia:UFPB/CCA, 2023.
62 f. : il.

Orientação: Luciana Cordeiro do Nascimento.
TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Controle biológico. 3. Phaseolus
lunatus L. 4. Saccharomyces cerevisiae. 5. Trichoderma
asperellum. I. Nascimento, Luciana Cordeiro do. II.
Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(02)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE AGRONOMIA

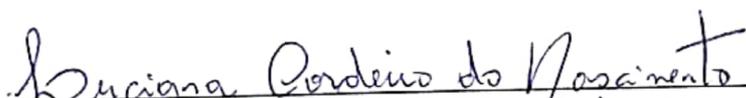
DEFESA DO TRABALHO DE GRADUAÇÃO

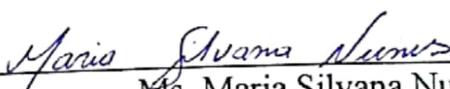
Aprovada em 13.06.2023

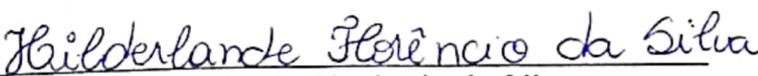
“Microbiolização de Sementes de Feijão-Fava”

Autor: Mirelly Coêlho de Souza

Banca Examinadora:


Prof. Dr.ª Luciana Cordeiro do Nascimento
Orientador (a) – UFPB


Ms. Maria Silvana Nunes
Examinador (a) – UFMT


Dra. Hilderlande Florêncio da Silva
Examinador (a) – PPGAgro/UFPB

*A minha mãe, Mauricéia Coelho da Silva Souza e ao
meu pai Fernando José de Souza, pelos
ensinamentos, dedicação e amor.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela proteção, bênçãos e por sempre guiar meus passos na realização desse sonho.

Aos meus queridos pais, Mauricéia Coelho da Silva Souza e Fernando José de Souza, por serem meus pilares e exemplos de força e dedicação, por todo incentivo, apoio, educação, cuidado, amor e por se manterem ao meu lado em todo esse processo de realização.

Ao meu irmão, José Hiago Fernando Coelho de Souza, pelo apoio, carinho e incentivo.

À minha cunhada, Marcela Silva, que sempre foi minha incentivadora com suas palavras de carinho.

À minha avó, Maria Sebastiana da Silva por me fazer lembrar que sou capaz de realizar meus sonhos e ser meu lugar de paz.

À minha família, que esteve ao meu lado para me dar incentivo e me oferecendo amor, em especial para minha prima/madrinha/comadre Liliane Etelvino, que tem sido uma das minhas inspirações de mulher forte e corajosa e tem me dado muitos conselhos nessa jornada e trazendo ao mundo nosso Yan Felipe (meu afilhado), que é meu amuleto da sorte, por quem tenho muito amor.

As minhas amigas de mais de 10 anos, Andieli Lima e Thays Karolayne que estão comigo desde que eu nem sabia o que queria fazer da vida, e elas ainda estão ao meu lado, me dando muito carinho, me apoiando nos momentos de incertezas, se fazem presentes mesmo distantes, com conversas que duram horas e momentos de alegria.

À Universidade Federal da Paraíba por proporcionar meu crescimento acadêmico e pessoal e ao CNPq pela concessão da bolsa. Também ao Centro de Ciência Agrárias e a Cidade de Areia- PB, que me acolheram e me fizeram admirar esse lugar.

Aos meus amigos, Paula Cintia e Carvalho Neto que estão comigo desde o início desta jornada acadêmica, compartilhando os momentos mais difíceis e significativos de nossas vidas, enxugando minhas lágrimas e arrancando minhas melhores risadas, mas acima de tudo permaneceram ao meu lado.

À minha amiga Twyla Santos, com quem tive o prazer de dividir apartamento assim que cheguei em Areia e com o dia a dia construímos uma amizade.

À minha colega de quarto Samandra Lima, que compartilhamos muitas risadas, conversas e algumas lágrimas.

Aos professores do Curso de Agronomia, em especial, Elizabeth Lafayette, Valéria Borges, Adriana Santos, Bruno de Oliveira e Leossávio de Souza que contribuíram ao longo desses semestres, não só com os ensinamentos das suas áreas de trabalho, mas também com conselhos e vivências.

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Luciana Cordeiro do Nascimento, que me deu a oportunidade de estágio, me acolheu, me orientou, me mostrou seu profissionalismo e, acima de tudo, que é um ser humano maravilhoso.

À todo pessoal do Laboratório de Fitopatologia (LAFIT), por terem me recebido com carinho, me ensinado a amar a Fitopatologia e que me acompanharam no desenvolvimento dos trabalhos, em especial à Hilderlande Florêncio, que me aguentou por esses anos, com muita paciência e ensinamentos, também à Carvalho Neto, Jakeline Florencio, Edcarlos Camilo, Maria Silvana, irmão Robson Monteiro, Otília Farias e Dona Fran (Francisca Souto) que estiveram comigo no desenvolvimento deste trabalho e que contribuíram em meu crescimento pessoal e profissional.

À banca examinadora Dra. Hilderlande Florêncio da Silva e Ms. Maria Silvana Nunes pelas contribuições na finalização e melhorias deste trabalho.

Aos presentinhos que o G3 meu trouxe, Mayra Nascimento com quem pude compartilhar muitos momentos que ficarão para sempre em meu coração, me levando a conhecer José Matheus que sempre tem uma pérola sobre as pessoas, a Rhadija Gracyelle e a mais recentemente, Estephany Vitória (Gigi) que passaram a me aguentar nos momentos de loucuras, me recebendo no quarto e tomando chazinhos, e a Lian Cavalcante que se tornou minha companhia nos cafés da manhã cedo, com muitas risadas e assuntos nada leves.

À minha turma 2017.2, por todos os momentos partilhados e que de alguma forma influenciaram nesse percurso.

MUITO OBRIGADA!

“Passamos toda a vida nos preocupando com o futuro, fazendo planos para o futuro, tentando prever o futuro, como se desvendá-lo fosse aliviar o impacto. Mas o futuro está sempre mudando. O futuro é o lar dos nossos medos mais profundos e das nossas maiores esperanças, mas uma coisa é certa: quando ele finalmente se revela, nunca é como imaginamos.”

(Grey's Anatomy)

RESUMO

O feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.), também conhecido como fava ou feijão lima é uma das espécies pertencentes à família das Fabaceae e do gênero *Phaseolus*. As sementes são o principal meio de propagação da cultura, sendo de fundamental importância que tenham alta qualidade genética, física, sanitária e fisiológica. Assim, o presente trabalho objetivou Avaliar o efeito de diferentes concentrações de *Trichoderma asperellum* e *Saccharomyces cerevisiae* na qualidade de sementes de feijão-fava das variedades “Cara larga” e “Orelha de vó”. As sementes foram imersas durante cinco minutos, nos tratamentos: (T1) - Testemunha (água destilada esterilizada – ADE); (T2) - Fungicida Captana® (240 g/100 kg de sementes); para as concentrações de Tricho-turbo®, produto a base de *T. asperellum*, (T3) - 0,8 mL L⁻¹, (T4) - 1,7 mL L⁻¹, (T5) - 2,5 mL L⁻¹ e (T6) - 3,3 mL L⁻¹, diluído em ADE - (I). (T1) - Testemunha (água destilada esterilizada – ADE); (T2) - Fungicida Captana® (240 g/100 kg de sementes); para as concentrações de SAF-INSTANT, produto a base da levedura seca de *S. cerevisiae*, (T3) - 0,5 g/L, (T4) 1,0 g/L, (T5) - 1,5 g/L e (T6) - 2,0 g/L, diluído em ADE - (II). O teste de sanidade foi composto de 100 sementes, em 10 repetições com 10 sementes para cada repetição. As sementes foram incubadas em placas de Petri (9 cm) com dupla camada de papel filtro esterilizado e umedecido com ADE. No teste de germinação, as sementes foram semeadas sobre papel *Germitest*® previamente esterilizado. Sendo composto de 100 sementes, sendo quatro repetições de 25 sementes por cada tratamento. O teste de emergência foi realizado em casa de vegetação, composto por 100 sementes, sendo quatro repetições de 25 sementes por cada tratamento, em seguida foram semeadas em tubetes com areia esterilizada e regadas diariamente. As concentrações 0,8 mL/L, 1,7 mL/L e 3,3 mL/L de *T. asperellum* reduziram a incidência de *Aspergillus* spp.. Com isso, o *T. asperellum* se apresenta eficiente na inibição de fungos e na promoção do crescimento das plantas, mas reage de maneiras distintas dependendo das dosagens e condições ambientais que é exposto, se fazendo necessário mais estudos para identificação da melhor condição a ser usado. O percentual de primeira contagem para a variedade Cara larga foram superiores nas concentrações de 1,5 g/L e 2,0 g/L de *S. cerevisiae*, com 80%, sendo superior ao fungicida que apresentou percentual de 35%. A *S. cerevisiae* se apresentou eficiente no tratamento de sementes, que permitem utilizá-la como forma de substituição ao uso do fungicida.

Palavras-Chave: controle biológico; *Phaseolus lunatus* L.; *Saccharomyces cerevisiae*; *Trichoderma asperellum*.

ABSTRACT

The fava bean (*Phaseolus lunatus* L.), also known as fava beans or lima beans is one of the species belonging to the family of Fabaceae and the genus *Phaseolus*. The seeds are the main means of propagation of the crop, being of fundamental importance that they have high genetic, physical, sanitary and physiological quality. Thus, the present work aimed to evaluate the effect of different concentrations of *Trichoderma asperellum* and *Saccharomyces cerevisiae* on the quality of fava bean seeds of the varieties "Cara larga" and "Orelha de vó". The seeds were initially disinfested, and later, being immersed for five minutes, in the treatments: (T1) - Witness (sterilized distilled water – ADE); (T2) - Captan® Fungicide (240 g/100 kg of seeds); for the concentrations of Tricho-turbo®, a product based on *T. asperellum*, (T3) - 0.8 mL L⁻¹, (T4) - 1.7 mL L⁻¹, (T5) - 2.5 mL L⁻¹ and (T6) - 3.3 mL L⁻¹, diluted in ADE - (I). (T1) - Witness (sterilized distilled water – ADE); (T2) - Captan® Fungicide (240 g/100 kg of seeds); for the concentrations of SAF-INSTANT, product based on the dry yeast of *S. cerevisiae*, (T3) - 0.5 g/L, (T4) 1.0 g/L, (T5) - 1.5 g/L and (T6) - 2.0 g/L, diluted in ADE - (II). The health test was composed of 100 seeds, in 10 replications with 10 seeds for each repetition. The seeds were incubated in Petri dishes (9 cm) with a double layer of sterile filter paper moistened with ADE. In the germination test, the seeds were sown on previously sterilized *Germitest*® paper. Being composed of 100 seeds, being four replicates of 25 seeds for each treatment. The emergency test was performed in a greenhouse, composed of 100 seeds, with four replicates of 25 seeds for each treatment, then sown in tubes with sterile sand and watered daily. The concentrations of 0.8 mL/L, 1.7 mL/L and 3.3 mL/L of *T. asperellum* reduced the incidence of *Aspergillus* spp.. Thus, *T. asperellum* is efficient in inhibiting fungi and promoting plant growth, but reacts in different ways depending on the dosages and environmental conditions it is exposed to, making further studies necessary to identify the best condition to be used. The percentage of first count for the Cara larga variety was higher in the concentrations of 1.5 g/L and 2.0 g/L of *S. cerevisiae*, with 80%, being higher than the fungicide that presented a percentage of 35%. *S. cerevisiae* was efficient in seed treatment, which allows it to be used as a substitute for the use of fungicide.

Keywords: biological control; *Phaseolus lunatus* L.; *Saccharomyces cerevisiae*; *Trichoderma asperellum*.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I.

- Figura 1 – Primeira contagem de germinação (PC), germinação (GE), sementes mortas (SM), duras (SD) e índice de velocidade de germinação (IVG) oriundos de sementes de feijão-fava tratadas com *Trichoderma asperellum*..... 38
- Figura 2 – Comprimento da parte aérea (CPA), raízes (CPR), massa seca da parte aérea (MSA) e raízes (MSR) oriundos de sementes de feijão-fava tratadas com *Trichoderma asperellum*..... 39
- Figura 3 – Primeira contagem de emergência (PCE), emergência (EM) e índice de velocidade de emergência (IVE) oriundos de sementes de feijão-fava tratadas com *Trichoderma asperellum*..... 41
- Figura 4 – Comprimento da parte aérea (CPA), raízes (CPR), massa seca da parte aérea (MSA) e raízes (MSR) oriundos de sementes de feijão-fava tratadas com *Trichoderma asperellum* 42

CAPÍTULO II.

- Figura 1 – Primeira contagem de germinação (PC), germinação (GE), sementes mortas (SM), duras (SD) e índice de velocidade de germinação (IVG) oriundos de sementes de feijão-fava tratadas com *Saccharomyces cerevisiae*..... 55
- Figura 2 – Comprimento da parte aérea (CPA), raízes (CPR), massa seca da parte aérea (MSA) e raízes (MSR) oriundos de sementes de feijão-fava tratadas com *Saccharomyces cerevisiae*..... 57

Figura 3 –	Primeira contagem de emergência (PCE), emergência (EM) e índice de velocidade de emergência (IVE) oriundos de sementes de feijão-fava tratadas com <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	58
Figura 4 –	Comprimento da parte aérea (CPA), raízes (CPR), massa seca da parte aérea (MSA) e raízes (MSR) oriundos de sementes de feijão-fava tratadas com <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	59

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I.

Tabela 1 –	Incidência de fungos associados às sementes de feijão-fava das variedades Cara larga (CL) e Orelha de vó (OV), tratadas com <i>Trichoderma asperellum</i>	36
------------	---	----

CAPÍTULO II.

Tabela 1 –	Incidência de fungos associados às sementes tradicionais de feijão-fava das variedades Cara larga (CL) e Orelha de vó (OV) tratadas com diferentes concentrações de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	54
------------	---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 GERAL.....	16
2.2 ESPECÍFICOS	16
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO FEIJÃO-FAVA.....	17
3.2 IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DE SEMENTES	18
3.4 CONTROLE BIOLÓGICO DE PATÓGENOS.....	20
REFERÊNCIAS	23
CAPÍTULO I	28
Controle biológico na qualidade de sementes de feijão-fava tratadas com <i>Trichoderma asperellum</i>	28
RESUMO.....	29
ABSTRACT	30
1 INTRODUÇÃO	31
2 METODOLOGIA.....	33
2.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	33
2.2 AQUISIÇÃO DE SEMENTES	33
2.3 APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS.....	33
2.4 QUALIDADE SANITÁRIA	33
2.5 QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES.....	34
2.5.1 Teste de germinação	34
2.5.2 Teste de emergência	34
2.5.3 Avaliações de comprimento e matéria seca da parte aérea e raiz.....	35
2.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA	35
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4 CONCLUSÃO.....	43
REFERÊNCIAS	44
CAPÍTULO II.....	46
Qualidade de sementes de feijão-fava tratadas com <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	46
RESUMO.....	47
ABSTRACT	48
1 INTRODUÇÃO	49
2 METODOLOGIA.....	50
2.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	50
2.2 AQUISIÇÃO DE SEMENTES	50
2.3 TRATAMENTOS AVALIADOS	50
2.4 QUALIDADE SANITÁRIA DAS SEMENTES	50

2.5 QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES	50
2.5.1 Teste de germinação	51
2.5.2 Teste de emergência	51
2.5.3 Avaliações de comprimento e matéria seca da parte aérea e raiz.....	52
2.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA	52
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4 CONCLUSÃO.....	60
REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO GERAL

O feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.), também conhecido como fava ou feijão lima é uma das espécies pertencentes à família das Fabaceae e do gênero *Phaseolus* spp. de importância socioeconômica, principalmente na região Nordeste do Brasil (AMORIM et., 2019; SILVA, et., 2019). É produzido nas Américas, Europa, África Oriental, África Ocidental e Sudoeste Asiático, tendo como centro de origem primário dividido entre a região Andina e Mesoamericana (PENHA, 2018; GUIMARÃES et al., 2021).

Essa espécie de *Phaseolus* spp. contém vitaminas, proteínas e sais minerais que são elementos essenciais na alimentação humana, diminuindo assim a dependência pelo consumo do feijão comum, além do seu alto valor nutritivo, também é uma alternativa de fonte de renda, principalmente para os pequenos produtores (BARBOSA; ARRIEL, 2019). Devido sua rusticidade e adaptação às regiões semiáridas é cultivada principalmente no Nordeste do Brasil (MORAES et al., 2017). O estado do Ceará, em 2021, foi o maior produtor com 4.139 toneladas de feijão-fava, de uma produção mundial de 9.554 toneladas em uma área plantada de 30.316 hectares, seguido pelos estados da Paraíba (2.059 toneladas), Pernambuco (1.248 toneladas) e Piauí (679 toneladas) (IBGE, 2023).

O feijão-fava é cultivado através de sementes, sendo de fundamental importância que tenham alta qualidade genética, física, sanitária e fisiológica (NASCIMENTO et al., 2019; DUARTE et al., 2021). Sementes infectadas podem apresentar apodrecimento, além de anormalidades e danos às plântulas (SALES et al., 2018). Quando essas sementes são levadas ao armazenamento, os fungos são disseminados para sementes saudáveis, fazendo-se necessária o controle de patógenos associados (SALES et al., 2018; SALDANHA et al., 2020). Os principais fungos identificados na cultura são dos gêneros *Colletotrichum*, *Macrophomina*, *Fusarium* e *Sclerotium* (BESERRA JUNIOR; BARGUIL, 2021) e os fungos de armazenamento pertencem aos gêneros *Penicillium* e *Aspergillus* (ROSA et al., 2019).

Diferentes estratégias de controle de doenças são usadas, destacando-se o controle biológico, como uma alternativa na diminuição do uso de produtos químicos (COELHO et al., 2021). Antagonistas que apresentem mais de um modo de ação apresentam maior êxito no biocontrole, sendo assim, produtos biológicos à base de *Trichoderma* spp. e de *Saccharomyces cerevisiae* tem sido amplamente estudados, por apresentarem micoparasitismo, indução de antibióticos, competição, predação, indução de resistência e promoção de crescimento (ISAIAS et al., 2014; CALIXTO, 2020; STANGARLIN et al., 2020; METZ; HAUSLADEN, 2022).

A maioria das cepas do gênero *Trichoderma* spp. produz metabólitos tóxicos voláteis e não voláteis que impedem a colonização por microrganismos antagonistas, a aplicação de espécies desse gênero em estudos in vitro mostraram não apenas alto potencial de biocontrole, mas também aumento do vigor das sementes (COSTA et al., 2022b). *Trichoderma* spp. foi eficiente no tratamento de sementes de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), reduzindo a incidência de fungos de armazenamento e aumentando a taxa de germinação (SILVA; LOVATTO, 2019). A aplicação de *T. asperellum* em sementes de soja (*Glycine max* [L.] Merrill) promoveu ativação dos mecanismos de defesa latentes da planta, promovendo aumento das atividades de peroxidase de guaiacol e fenilalanina amônia liase após inoculação de *Colletotrichum truncatum*, apresentando potencial no controle da antracnose (BORGES et al., 2022)

A levedura *S. cerevisiae* utilizada no controle de *C. truncatum*, reduziram a antracnose na cultura da soja, além de contribuírem para aumento de produtividade de grãos (CALIXTO, 2020). Cruz et al. (2020) demonstraram a eficiência da levedura quando utilizaram-na no tratamento de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) sendo eficientes na redução da incidência de fungos e desenvolvimento de plântulas.

A utilização de agentes biocontroladores traz a vantagem de contribuir para um controle mais duradouro de doenças, possibilitando alterar o equilíbrio dos agroecossistema ao longo dos anos, tornando-os desfavoráveis para o desenvolvimento de patógenos, mas sem impacto significativo no meio ambiente, além da redução ou substituição de agrotóxicos, que apresenta impactos ambientais adversos e resistência de patógenos a algumas moléculas devido ao seu uso indiscriminado e falta de suporte técnico adequado, reduzindo os custos de produção e garantindo um alimento mais seguro (CRUZ et al., 2020; SILVA et al., 2020; COSTA et al., 2022a).

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

- Avaliar o efeito de diferentes concentrações de *Trichoderma asperellum* e *Saccharomyces cerevisiae* na qualidade de sementes de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) das variedades “Cara larga” e “Orelha de vó”.

2.2 ESPECÍFICOS

- Analisar a ocorrência de fungos e qualidade fisiológica das sementes de feijão-fava variedades “Cara larga” e “Orelha de vó” tratadas com diferentes concentrações de *Trichoderma asperellum*;
- Definir a eficiência das diferentes concentrações de *Saccharomyces cerevisiae* no controle de fungos e qualidade fisiológica das sementes de feijão-fava variedades “Cara larga” e “Orelha de vó”;
- Determinar a eficiência do controle biológico através do tratamento de sementes.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO FEIJÃO-FAVA

O feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.), também pode ser chamado de feijão de lima ou apenas por fava, pertence ao gênero *Phaseolus* do filo Magnoliophyta, classe Magnoliosida, subclasse Rosidae, ordem *Fabales*, família *Fabaceae*, sub-família *Faboideae*, tribo *Phaseoleae* e subtribo *Phaseolinae*, sendo considerada a segunda leguminosa mais importante entre os cinco gêneros, *P. vulgaris* L. (feijão-comum), *P. lunatus* L. (feijão-fava), *P. coccineus* L. (feijão-ayocote), *P. acutifolius* A. Gray (feijão-tapiri) e *P. polyanthus* Greeman (APG IV, 2016; PENHA, 2018; SILVA et al., 2019). Algumas características da fava, como presença de listras no tegumento das sementes, coloração dos cotilédones que variam de branco a verde e o sistema radicular mais desenvolvido permitem diferenciá-la das outras espécies de feijoeiro (DANTAS, 2022).

O *P. lunatus* L. é classificado como planta herbácea, podendo expressar hábitos de crescimento determinado anão, que é o desenvolvimento completo de gema terminal em uma inflorescência, ou indeterminado trepador, que é o desenvolvimento da gema apical em uma guia (GAMA, 2020; SANTOS, 2020). Outras características apresentadas pela espécie são a germinação epígea, ciclo anual, bienal ou perene, folhas trifoliadas de coloração escura, inflorescência do tipo racemo, vagens podem ser compridas, achatadas, de aspecto pontiagudo, com duas a quatro sementes e as sementes podem ser dos tipos rombóides, redondas ou reniformes (PENHA, 2018; DANTAS, 2022). O centro de origem primário do *P. lunatus* compreende populações silvestres e domesticadas, dividido entre a região Andina, com características de sementes grandes e Mesoamericana com características de sementes pequenas. Resultados de hibridação natural dessas espécies são encontradas em toda América Latina (PENHA, 2018).

O feijão-fava apresenta grande importância devido seu alto valor nutritivo, por conter vitaminas, proteínas e sais minerais, indicados como elementos essenciais na nutrição humana. É uma importante alternativa de renda e alimento para a população, sendo consumida na forma de feijão verde, maduro ou seco diminuindo o consumo do feijoeiro comum (MORAES et al., 2017; SANTOS, 2020; ASSUNÇÃO NETO, et al., 2019).

A cultura é cultivada principalmente no Nordeste do Brasil, por apresentar boa adaptação à região semiárida (MORAES et al., 2017) e a exploração comercial se apresenta de

forma significativa nessa região, devido ao valor comercial dos grãos que são vendidos em feiras livres, o que agrega a cultura um valor sociocultural (SILVA et al., 2019).

O Brasil produziu em 2021 cerca de 9.554 toneladas, em uma área plantada de 30.316 ha, o estado do Ceará é o maior produtor com uma produção de 4.139 toneladas em uma área de produção de 13.719 ha, seguido pelos estados da Paraíba com produção de 2.059 toneladas, Pernambuco com 1.248 toneladas e Piauí com 679 toneladas (IBGE, 2023). A produção do feijão-fava se concentra em áreas de pequenos produtores da região devido aos fatores como, tolerância à seca, altas temperaturas e desenvolvimento em solos com baixa fertilidade, a espécie também apresenta propriedades que potencializam as áreas de cultivo, devido ao benefício que a leguminosa fornece, por meio da fixação biológica de nitrogênio, além de ser usada como adubo verde e cobertura de solo, sendo muito utilizada em consórcio com outras culturas (NETO, 2016; LOPES et al., 2017).

3.2 IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DE SEMENTES

O uso de sementes de alta qualidade genética, física, sanitária e fisiológica são fundamentais para uma boa produção agrícola, e, mesmo com as técnicas avançadas na agricultura brasileira, as perdas qualitativas e quantitativas na pós-colheita e durante o armazenamento de sementes e grãos ainda não são bem controladas, por estarem constantemente expostas a fatores externos (temperatura, umidade, roedores, contaminação por microrganismos), não sendo suficientes para manter sua qualidade (NASCIMENTO et al., 2019; DUARTE et al., 2021). A qualidade de sementes e grãos armazenados depende de parâmetros físicos, fisiológicos e higiênicos, além de implicar em um ambiente favorável para a ocorrência de microrganismos patogênicos. (FRANCISCO et al., 2020; PINTO et al., 2021).

Os patógenos, além dos danos diretos como apodrecimento e morte das sementes, produção de micotoxinas (que podem ocasionar danos aos humanos e animais) e potencial de transmissão para mudas e plantas adultas, podem introduzir patógenos em áreas isentas de doenças, considerando as sementes como principal forma de disseminação de doenças de plantas à longas distâncias (PINTO et al., 2021; COSTA et al., 2022a).

As principais doenças fúngicas em feijão-fava são a antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum truncatum* (Schweinitz) Andrus & W. D. Moore, mas com os estudos foram identificados mais seis espécies do gênero *Colletotrichum* (*C. cliviae* e *C. fructicola*, *C. brevisporum*, *C. lobatum*, *C. musicola* e *C. plurivorum*), a podridão de carvão, causada por *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid, murcha de *Fusarium*, causada por *Fusarium*

falciforme e podridão do solo, causada por *Sclerotium rolfsii* Sacc (BESERRA JUNIOR;BARGUIL, 2021). Os fungos apontados como de armazenamento pertencem aos gêneros *Penicillium* e *Aspergillus* (ROSA et al., 2019).

Sementes vigorosas além de possibilitarem a germinação e a emergência de plântulas em campos uniformes, permitem um desempenho elevado, com crescimento e produção de vagens com resultados satisfatórios (ZUCARELI, et al., 2015; SANTOS et al., 2019). Assim, as avaliações se tornam também necessárias para a identificação de lotes de sementes com alto valor, permitindo a transferência por meio tradicionais (FERRAZZA et al., 2020).

O teste de germinação, vigor e pureza física, se apresentam como principais parâmetros de avaliação da qualidade de sementes, pois são representativos da capacidade da geração da planta-mãe e alto rendimento agrícola (MAHAJAN et al., 2015; SANTOS et al., 2019). As Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) indicam o teste de germinação e emergência para avaliar um modelo viável, onde oferecem melhores condições ambientais para as sementes, obtendo resultados positivos.

A qualidade sanitária é medida pela presença ou ausência de infestação de insetos e/ou infecção de patógenos, que podem afetar a viabilidade das sementes, desde o desenvolvimento em campo, quanto em seu armazenamento, sendo assim importante identificar os patógenos presentes para um controle específico e eficaz (GAUR et al., 2020; SANTOS, et al., 2021).

3.2.1 Sementes tradicionais

No Brasil, é comum que variedades tradicionais, como feijão-fava, também chamadas pela Legislação Brasileira, no Art. 2º, inciso XVI, da lei no 10.771 (Lei de Sementes e Mudanças) de variedades locais, que sejam preservadas, selecionadas e armazenadas por agricultores familiares, quilombolas, povos indígenas e outros povos tradicionais por décadas (GAMA, 2020; JESUS et al., 2022; VOGT, 2022). As variedades tradicionais encontradas no Brasil podem ser agrupadas de acordo com seus hábitos de cultivo, variabilidade na forma do grão, peso, cor da casca e nome popular em cada região (BARREIRO NETO et al., 2015; SÁNCHEZ-NAVARRO et al., 2019).

Jesus et al. (2022) avaliando características morfoagronômicas de quinze variedades de feijão-fava cultivadas no semiárido mineiro, verificou que as mesmas apresentam variabilidade genética, desde as características como tamanho, comprimento, espessura, forma, cor do tegumento das sementes, etc. Tais características reforçam que ocorre uma grande diversidade genética em sementes tradicionais e o manejo adequado é uma das principais ferramentas para a conservação desses genótipos (CUNHA, 2013).

Há grande interesse em estudar as variedades tradicionais, tanto de feijão-fava quanto de outras espécies, devido ao fato dessas sementes serem preservadas até hoje por meio de técnicas empíricas de cunho sociocultural para o resgate, conservação e dispersão da cultura, cujas práticas foram passadas de geração em geração (JESUS et al., 2022).

3.4 CONTROLE BIOLÓGICO DE PATÓGENOS

Um dos principais problemas enfrentados pela agricultura, é a quantidade de agrotóxicos utilizados para o controle de doenças. Para minimizar o uso desses produtos, diversas pesquisas vêm sendo desenvolvidas, com destaque para o controle biológico. O controle com antagonistas apresenta uma série de benefícios, além de não deixar resíduos, não desequilibra o meio ambiente, não contamina, não induz à uma resistência no patógeno, e é um inibidor de danos causados por outros microrganismos, interferindo nos processos vitais dos patógenos, sendo de fácil aplicação, se tornando uma alternativa promissora (CONINCK et al., 2020; BRAGA, 2021; GADANHOTO, 2022).

Vários fungos têm sido extensivamente estudados para avaliar seu potencial no controle biológico de doenças de plantas, principalmente aquelas que têm fungos como agentes etiológicos (MEDRADO, 2019). O mecanismo de ação dos antagonistas contra patógenos ocorre por indução de antibióticos, competição, parasitismo, predação e defesa do hospedeiro (GABARDO et al., 2020). A ação de múltiplos mecanismos por um antagonista é considerada uma propriedade adequada, pois aumenta a probabilidade de sucesso (ISAIAS et al., 2014).

Nos últimos anos, estudos vêm sendo desenvolvidos e relatam o gênero *Trichoderma* spp. como ativador do crescimento das plantas e germinação das sementes, que estimulam sistematicamente a defesa das plantas contra patógenos e estresses ambientais (MONTE, et al., 2019; GABARDO et al., 2020). Na proteção de culturas, este gênero pode atuar como micoparasita de outros fungos, ou seja, invadindo-os e matando-os enquanto usa seu conteúdo celular como nutriente. Por ser um fungo de crescimento relativamente rápido, *Trichoderma* spp. pode facilmente competir com outros patógenos de plantas por nutrientes, oxigênio e espaço (METZ; HAUSLADEN, 2022).

Outro mecanismo antagônico é a capacidade do *Trichoderma* de contribuir para efeitos reguladores e produzir substâncias antimicrobianas, chamado antibiose (METZ; HAUSLADEN, 2022). De acordo com Ghisalberti e Sivasithamparam (1991) os metabólitos secundários produzidos pelo *Trichoderma* spp. são divididos em três categorias principais:

compostos voláteis, como o 6-pentil-a-pirona, metabólitos solúveis em água, como o ácido heptelídico e peptídeos peptaibol, que podem agir ativamente com membranas.

A atividade antifúngica *in vitro* de alguns metabólitos secundários foi demonstrada com sucesso no controle dos gêneros *Botrytis*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Stachybotrys*, *Colletrotrichum*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Gaeumannomyces*, *Phytophthora* e *Pythium* (HERMOSA, et al., 2014).

Produtos à base de *Trichoderma* são muito utilizados no controle biológico para diversas culturas como a da soja (*Glycine max* [L.] Merrill), algodão (*Gossypium hirsutum* L.), milho (*Zea mays* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), morango (*Fragaria vesca*), frutas cítricas (*Citrus* spp.), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), café (*Coffea* spp.), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), hortaliças, plantas ornamentais, frutas e sementes florestais (MONTE et al., 2019).

Em 2019 o Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA apresentava o registro de 21 produtos à base de *Trichoderma*, sendo 66% a base de *T. harzianum*, 24% *T. asperellum*, 5% *T. koningiopsis* e 5% *T. stromaticum* (MONTE, et al., 2019). Sementes de feijão comum tratadas com *T. asperellum* apresentaram proteção contra infecção de fungos, como por exemplo a que causa a ferrugem dos grãos (*Uromyces appendiculatus*), transmitida pelas sementes (LOBO JUNIOR et al., 2019).

A levedura *Saccharomyces cerevisiae* é unicelular, eucariótica, heterotrófica, imóvel, com uma parede celular definida, consistindo essencialmente de polissacarídeos de glicose, proteína, manose e N-acetilglucosamina, com elevada capacidade de fermentação (SANTOS, 2013; SUÁREZ-MACHÍN et al., 2016). Essas leveduras contém macrominerais como cálcio, fósforo, sódio, cloro, magnésio, potássio e enxofre, e os oligominerais como cobre, ferro, manganês, zinco, e também vitamina E, selênio, cromo, enzimas fitase, 45% manose, vitaminas do complexo B (biotina, colina, niacina, ácido pantotênico, tiamina), aminoácidos, 5'-nucleotídeos, ácido glutâmico e 18-20% de matéria seca apresentando ação inibitória de toxinas microbianas e desempenha um efeito antagônico contra patógenos (CUENCA et al., 2022).

Os modos de ação da levedura no controle de doenças de plantas são conferidos por competição por espaço e nutrientes, apresentando elevada capacidade de aproveitamento, sendo mais rápida a multiplicação e colonização, interferindo na disponibilidade para os patógenos (MEDEIROS et al., 2018). Outro mecanismo de ação é a indução de resistência, que pode envolver o acúmulo de fitoalexinas e proteínas associadas à patogênese, como β -1,3 glucanases, quitinases e peroxidases (STANGARLIN et al., 2020). Resultados satisfatórios foram obtidos em um estudo utilizando *S. cerevisiae* sobre a indução de fitoalexinas em plantas de sorgo

(*Sorghum bicolor* L.), indicando que os mesocótilos tratados exibiram pigmentação característica da síntese de fitoalexinas (WULFF; PASCHOLATI, 1998).

As leveduras também proporcionam o crescimento das plantas, por produzir hormônios vegetais que são capazes de atuar diretamente sobre a planta permitindo um alto desempenho em seu desenvolvimento (CALIXTO, 2020). A ação biológica da *S. cerevisiae* demonstra a flexibilidade e o número de estudos que podem ser realizados com esses organismos, podendo ser considerado um antagonista de baixo custo e alta reprodutibilidade (RAMOS et al., 2021).

REFERÊNCIAS

- AMORIM, M. R.; SILVA, A. V. C. R.; ANTUNES, J. E. L.; OLIVEIRA, L. M. S.; ARAÚJO, A. S. F. Caracterização de rizóbios noduladores de feijão-fava em solos de três estados do Nordeste brasileiro. **Colloquium Agrariae**. ISSN: 1809-8215, v. 15, n. 6, p. 11–20. 2019.
- APG. Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**. v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.
- ASSUNÇÃO NETO, W. V.; MEDEIROS, A. M.; CARVALHO, L. C. B.; FERREIRA, C. S.; BARBOSA, G. J. A.; ARRIEL, N. H. C. Feijão-fava e a agricultura familiar de Serraria-PB. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 35, n. 3, p. 387-403, 2019.
- BARBOSA, G. J.; ARRIEL, N. H. C. Feijão-fava e a agricultura familiar de Serraria-PB. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 35, n. 3, p. 387-403, 2019. penha
- BARREIRO NETO, M.; FAGUNDES, R. A. A.; BARBOSA, M. M.; ARRIEL, N. H. C.; FRANCO, C. F. O.; SANTOS, J. F. Características morfológicas e produtivas em acessos de feijão-fava consorciados. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.9, n.3, p.23-27, 2015.
- BESERRA JUNIOR, J. E. A.; BARGUIL, B. M. Feijão-fava: doenças virais e fúngicas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. v. 27, p. 138-153. 2021.
- BORGES, N. O.; SILVA SOLINO, A. J.; FRANSCISCHINI, R.; CAMPOS, H. D.; OLIVEIRA, J. S. B.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Induction of soybean resistance mechanisms to anthracnose by biocontrol agents. **Revista Caatinga**, v. 35, p. 265-275, 2022.
- BRAGA, A. F. **Interação de *Trichoderma asperellum* e *Bacillus* spp. utilizados no controle biológico de doenças na soja**. Dissertação (Mestrado em Bioenergia e Grãos) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, p. 36, 2021.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, p. 399, 2009.
- CALIXTO, G. B. **Leveduras no controle de *Colletotrichum truncatum* e seu efeito na produtividade da soja**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, p. 36, 2020.
- COELHO, T. N.; MARTINS, W. S.; MIRANDA, F. F. R. Controle biológico no manejo de *Pratylenchus brachyurus* em diferentes tratamentos na cultura da soja. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 9, n. 3, p. 274-278, 2021.
- CONINCK, E.; SCAUFLAIRE, K.; GOLLIER, M.; LIÉNARD, C.; FOUCART, G.; MANSSENS, G.; MUNAUT, F.; LEGRÉVE, A. *Trichoderma atroviride* as a promising biocontrol agent in seed coating for reducing *Fusarium* damping-off on maize. **Journal of applied microbiology**, v. 129, n. 3, p. 637-651, 2020.

COSTA, N. J. F.; SILVA, M. S. B. S. E.; SILVA, E. K. C. E. ; OLIVEIRA, A. C. S.; RODRIGUES, A. A. C. Tratamento térmico e biológico de sementes de alface no controle de fungos fitopatogênicos. **Diversitas Journal**, v. 7, n. 2, 2022a.

COSTA, R. V. S.; SILVA, H. F.; SILVA, E. C.; MELLO OLIVEIRA, M. D.; NASCIMENTO, L. C. Efeito de *Trichoderma* spp. na qualidade de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). **Scientia Plena**, v. 18, n. 7, 2022b.

CRUZ, J. M. F. D. L.; MEDEIROS, E. C. D.; FARIAS, O. R. D.; SILVA, E. C. D.; NASCIMENTO, L. C. D. Microbiolization of organic cotton seeds with *Trichoderma* sp. and *Saccharomyces cerevisiae*. **Journal of Seed Science**, v. 42, 2020.

CUENCA, M.; CHAUCA, J.; GARCÍA, C.; SIGÜENCIA, H. *Saccharomyces cerevisiae* as a replacement alternative to growth-promoting antibiotics in animal feed. **Archivos de Zootecnia**, v. 71, n. 273, p. 61-69, 2022.

CUNHA, F. L. **Sementes da paixão e as políticas públicas de distribuição de sementes na Paraíba**. Dissertação (Mestrado em Práticas em Desenvolvimento Sustentável) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, p. 184, 2013.

DANTAS, S. J. **Diversidade geno-fenotípica de sementes de variedades de *Phaseolus lunatus* L.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, p. 69, 2022.

DUARTE, J. R. M.; BASÍLIO, S. A.; SILVA, M. B.; VAZ, V.; PIRES, J. P. D.; BERTI, M. S. P. Produtividade e qualidade de sementes de feijão em resposta a fertilizante mineral, biofertilizante e pó de rocha. **Revista Cultura Agrônômica**, v. 30, n. 1, p. 78-92, 2021.

FERRAZZA, F. L. F.; JACOBOSKI, D. T. K.; WYREPKOWSKI, A.; RODRIGUES, L.; FIGUEIRÓ, A. G.; PARAGINSKI, R. T. Qualidade de sementes e parâmetros produtivos de sementes de soja submetidas a diferentes tratamentos antes da semeadura. **Investigação, Sociedade e Desenvolvimento**, [S.l.], v.9, n.9, pág. e47996232, 2020.

FRANCISCO, P. R. M.; LEITE, C. M. A.; SANTOS, N. C.; BARROS, S. L.; GOMES, J. P. Determinação das propriedades físicas de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) com diferentes teores de água. **Estudos e Inovações na Engenharia e Agronomia**, v. 2, p. 62-68, 2020.

GABARDO, G.; DALLA PRIA, M.; PRESTES, A. M. C.; SILVA, H. L. *Trichoderma asperellum* e *Bacillus subtilis* como antagonistas no crescimento de fungos fitopatogênicos in vitro. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 55870-55885, 2020.

GADANHOTO, B. P. **Controle biológico de fungos fitopatogênicos por *Phyllosticta citricarpa* e sua aplicação para biorremediação de solos contaminados por herbicidas**. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Ambiente) - Universidade Federal de São Carlos, Araras, p. 119, 2022.

GAMA, A. T. **Desempenho agrônômico, divergência genética, fenotipagem de alta eficiência e qualidade de sementes de variedades tradicionais de feijão-fava cultivadas no Semiárido Norte Mineiro**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, p. 88, 2020.

GAUR, A.; KUMAR, A.; KIRAN, R.; KUMARI, P. Importance of Seed-Borne Diseases of Agricultural Crops: Economic Losses and Impact on Society. In **Seed-Borne Diseases of Agricultural Crops: Detection, Diagnosis & Management**, Springer, Singapore. p. 2-23, 2020.

GHISALBERTI, E.L.; SIVASITHAMPARAM, K. Antifungal antibiotics produced by *Trichoderma* spp. **Soil Biol. Biochem.** v. 23, n. 11, p. 1011–1020. 1991.

GUIMARÃES, G. H. C.; MOREIRA, M. G. D.; MARQUES, F. R. S.; MELO, D. A.; ARAÚJO, R. W. S. Importância das sementes tradicionais de *Phaseolus lunatus* L. para a agricultura. **Políticas públicas, agricultura familiar e sustentabilidade**, p. 94, 2021.

HERMOSA, R.; CARDOZA, R. E.; RUBIO, M. B.; GUTIÉRREZ, S.; MONTE, E. Secondary metabolism and antimicrobial metabolites of *Trichoderma*. In: GUPTA, V. K.; SCHMOLL, M.; HERRERA-ESTRELLA, A.; UPADHYAY, R. S.; DRUZHININA, I.; TUOHY, M. (Ed.). **Biotechnology and biology of Trichoderma**. Amsterdam: Elsevier, p. 125-137, 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de Feijão-fava**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/fava/br>>. Acesso em: 20 Mar. 2023.

ISAIAS, C. O.; MARTINS, I.; SILVA, J. B. T. D.; SILVA, J. P. D.; MELLO, S. C. M. D. Ação antagonista e de metabólitos bioativos de *Trichoderma* spp. contra os patógenos *Sclerotium rolfsii* e *Verticillium dahliae*. **Summa Phytopathologica**, v. 40, n. 1, p. 34-41. 2014.

JESUS, J. V. M.; GAMA, A. T.; JÚNIOR, D. S. B. Diversidade Genética de variedades de Feijão-fava de Bancos e Casas de Sementes do Semiárido Norte Mineiro. **Cadernos de Agroecologia**, v. 17, n. 2, 2022.

LOBO JUNIOR, M.; MACHADO-ROSA, T. A.; GERALDINE, A. M. Uso de *Trichoderma* na cultura do feijão-comum. **Trichoderma**, p. 393, 2019.

LOPES S. N.; SILVA F. E.; COSTA M. N. F.; RODRIGUES W. A. D.; CAMARA F. T. Produtividade de Fava e Milho em Função do Sistema de Consórcio em Regime de Sequeiro na Região do Cariri-Ce. **Centro Científico Conhecer**, 4:1- 8. 2017.

MAHAJAN, S.; DAS, A.; SARDANA, H.K. Image acquisition techniques for assessment of legume quality. **Trends Food Sci. Technol**, v. 42, n. 2, p. 116-133, 2015.

MEDEIROS, F. H. V.; SILVA, J. C.; PASCHOLATI, S. F. **Controle biológico de doenças de plantas**. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. Manual de Fitopatologia. Volume 1: Princípios e Conceitos. 5. ed. São Paulo: Ceres. p. 261- 274, 2018.

MEDRADO, P. H. S. **Fungos de solo no controle biológico de fitopatógenos**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, p. 112, 2019.

METZ, N.; HAUSLADEN, H. *Trichoderma* spp. As potential biological control agent against *Alternaria solani* in potato. **Biological Control**, v. 166, p. 104820, 2022.

- MONTE, E.; BETTIOL, W.; HERMOSA, R. *Trichoderma* e seus mecanismos de ação para o controle de doenças de plantas. *Trichoderma: uso na agricultura*. Brasília: **Embrapa**, p. 181-199, 2019.
- MORAES C. S.; DIAS T. A. B.; COSTA S., VIEIRA R. D. C.; NORONHA S. E.; BURLE M. Catálogo de fava (*Phaseolus lunatus* L.) conservada na Embrapa. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, Brasília, p. 46, 2017.
- NASCIMENTO, M. G. R.; SILVA, M. L. M.; ALVES, E. U.; RODRIGUES, C. M.; SILVA, M. J. Vigor tests in seeds creole of *Phaseolus lunatus* L. **Bioscience Journal**, p. 1463-1469, 2019.
- NETO, V. P. C. **Nodulação e fixação biológica de nitrogênio em feijão-fava inoculado com rizóbios isolados de solos da microrregião do médio parnaíba piauiense**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí, Teresina. p. 59, 2016.
- PENHA, J. S. **Diversidade genética, domesticação e plasticidade fenotípica de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.)**. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, p. 86, 2018.
- PINTO, K. M.; NORONHA, D. A.; MOSSER, L. M. Qualidade sanitária de sementes tradicionais de feijão no agreste de Pernambuco. **Brazilian Journal of Agroecology and Sustainability**, v. 3, n. 1. 2021.
- RAMOS, E. K. K.; SANTOS, W. I.; VIZOLLI, S.; NICOLINI, J.; NICOLINI, K. P. Análise do tratamento térmico de tegumentos de Araucaria na presença de ureia em culturas de *Saccharomyces cerevisiae* e *Eruca sativa*, visando o seu uso potencial como insumo agrícola. **Revista Thema**, v. 19, n. 1, p. 107–119. 2021.
- ROSA, R. C. T.; GURGEL, L. M. S.; ARAUJO, W. M.; ASSIS, T. C.; BALENSIFER, P. H. M. Qualidade sanitária de sementes de feijão crioulo produzidas no agreste pernambucano. **Anais da Academia Pernambucana De Ciência Agrônômica**, v. 16, n. 2, p. 95–106. 2019.
- SALDANHA, M. A.; MUNIZ, M. F. B.; WALKER, C.; QUEVEDO, A. C.; FANTINEL, V. S. Sanitary and physiological quality of seeds of *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret. **Revista Agro@ mbiente On-line**, v. 14, p. 10, 2020.
- SALES, N. I. S.; LEÃO, E. U.; GIONGO, M., SANTOS, G. R. D. Patogenicidade e transmissão de fungos associados às sementes de *Tectona grandis* Lf. **Ciência Florestal**, v. 28, p. 970-978, 2018.
- SÁNCHEZ-NAVARRO, V.; ZORNOZA, R.; FAZ, Á.; FERNÁNDEZ, J. A. Comparing legumes for use in multiple cropping to enhance soil organic carbon, soil fertility, aggregates stability and vegetables yields under semi-arid conditions. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 246, n. 27 p. 835-841. 2019.
- SANTOS, F. G.; SILVEIRA, E. R.; JAMHOUR, J. Atributos de qualidade de sementes salvas de feijão. **Revista Técnico-Científica**, n. 22, p. 14, 2019.
- SANTOS, R. V. **Influência dos carboidratos e da expressão de genes relacionados à parede celular na floculação de *Saccharomyces cerevisiae***. Dissertação (Mestrado EM Biotecnologia), Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, p. 88, 2013.

- SANTOS, T. M.; ALBUQUERQUE, A. R.; RAIMAM, M. P. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de *Cenostigma tocantinum* Ducke (Fabaceae). **Scientia Plena**, v. 16, n. 12, p.8, 2021.
- SANTOS, W. F. G. **Armazenabilidade de sementes tradicionais de feijão-fava em diferentes embalagens**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, p. 59, 2020.
- SILVA, G. B. P.; LOVATTO, M. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de aveia preta submetidas a tratamento químico e biológico. **Agropecuária Catarinense**, v. 32, n. 3, p. 47-49, 2019.
- SILVA, M. G. N.; MEDEIROS, J. G. F.; DEMARTELAERE, A. C. F.; SILVA, T. B. M.; MACÊDO RODRIGUES, R.; SILVA, J. V. B.; PRESTON, H. A. F.; SANTOS FEITOSA, S. Extratos vegetais de angico e pau-ferro no controle de fitopatógenos e na fisiologia de sementes de soja. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 63012-63024, 2020.
- SILVA, S. I. A. S., T.; SANTOS, D.; SOUZA, R. F. S. Uma Avaliação dos componentes de produção em variedades tradicionais de fava cultivadas no Agreste da Paraíba. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 731-742, 2019.
- STANGARLIN, J. R.; SCHULZ, D. G.; FRANZENER, G.; ASSI, L.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; KUHN, O. J. Indução de fitoalexinas em soja e sorgo por preparações de *Saccharomyces boulardii*. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, p. 91-98, 2020.
- SUÁREZ-MACHÍN, C.; GARRIDO-CARRALERO, N. A.; GUEVARA-RODRÍGUEZ, C. A. *Saccharomyces cerevisiae* yeast and alcohol production. **Bibliographic review**. ICIDCA. On the Derivatives of the Sugar Cane, v. 50, 2016.
- VOGT, G. A. Legislação de sementes tradicionais e comercialização. **Ambientes em movimento**, v. 2, n. 2, p.4, 2022.
- WULFF, N.A.; PASCHOLATI, S.F. Preparações de *Saccharomyces cerevisiae* elicitoras de fitoalexinas em mesocótilos de sorgo. **Scientia Agricola**, v.55, n.1, p. 138- 143, 1998.
- ZUCARELI, C.; BRZEZINSKI, C. R.; ABATI, J.; WERNER, F.; RAMOS JÚNIOR, E. U.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica de sementes de feijão carioca armazenadas em diferentes ambientes. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 19, p. 803-809, 2015.

CAPÍTULO I

Controle biológico na qualidade de sementes de feijão-fava tratadas com *Trichoderma asperellum*

RESUMO

Phaseolus lunatus L., é uma das leguminosas mais importantes na região semiárida do Nordeste brasileiro. A microbiolização de sementes consiste na aplicação de microrganismos benéficos como *Trichoderma* spp. a fim de reduzir o uso do controle químico. Nesse contexto, o trabalho objetivou avaliar a eficiência de diferentes concentrações de *Trichoderma asperellum* na qualidade sanitária e fisiológica das sementes de feijão-fava variedades “Cara larga” e “Orelha de vó”. Os tratamentos avaliados foram: (T1) - Testemunha (água destilada esterilizada – ADE); (T2) - Fungicida Captana® (240 g/100 kg de sementes); para as concentrações de Tricho-turbo®, produto a base de *T. asperellum*, (T3) - 0,8 mL L⁻¹, (T4) - 1,7 mL L⁻¹, (T5) - 2,5 mL L⁻¹ e (T6) - 3,3 mL L⁻¹, diluído em ADE. Após os tratamentos, o teste de sanidade foi composto de 100 sementes, sendo 10 repetições com 10 sementes em cada repetição, onde as sementes foram distribuídas em placas de Petri (9 cm). O teste de germinação das sementes, foram semeadas em papel *Germitest*® previamente esterilizado, sendo composto de 100 sementes, sendo quatro repetições de 25 sementes por cada tratamento. O teste de emergência foi conduzido em casa de vegetação, composto por 100 sementes, sendo quatro repetições de 25 sementes por cada tratamento, em seguida as sementes foram distribuídas em tubetes de plástico com areia esterilizada. As concentrações 0,8 mL/L, 1,7 mL/L e 3,3 mL/L reduziram a incidência de *Aspergillus* spp., apresentando comportamento semelhante ao tratamento químico. As concentrações de *T. asperellum* não afetaram a germinação de ambas as variedades de feijão fava. Sendo um produto eficiente na inibição de fungos e na promoção do crescimento das plantas, se fazendo necessário mais estudos para identificação da melhor condição a ser usado.

Palavras-Chave: microbiolização; *Phaseolus lunatus* L.; sanidade.

ABSTRACT

Phaseolus lunatus L., is one of the most important legumes in the semi-arid region of Northeast Brazil. Seed microbiolization consists of the application of beneficial microorganisms such as *Trichoderma* spp. in order to reduce the use of chemical control. In this context, the objective of this study was to evaluate the efficiency of different concentrations of *Trichoderma asperellum* in the sanitary and physiological quality of the seeds of fava beans varieties "Cara larga" and "Orelha de vó". The treatments evaluated were: (T1) - Control (sterilized distilled water - ADE); (T2) - Captan® Fungicide (240 g/100 kg of seeds); for the concentrations of Tricho-turbo®, a product based on *T. asperellum*, (T3) - 0.8 mL L⁻¹, (T4) - 1.7 mL L⁻¹, (T5) - 2.5 mL L⁻¹ and (T6) - 3.3 mL L⁻¹, diluted in ADE. After the treatments, the health test was composed of 100 seeds, being 10 replicates with 10 seeds in each repetition, where the seeds were distributed in Petri dishes (9 cm). The germination test of the seeds were sown on previously sterilized *Germitest*® paper, being composed of 100 seeds, being four replicates of 25 seeds for each treatment. The emergency test was conducted in a greenhouse, composed of 100 seeds, with four replicates of 25 seeds for each treatment, then the seeds were distributed in plastic tubes with sterile sand. The concentrations of 0.8 mL/L, 1.7 mL/L and 3.3 mL/L reduced the incidence of *Aspergillus* spp., presenting a behavior similar to the chemical treatment. *T. asperellum* concentrations did not affect the germination of both fava bean varieties. Being an efficient product in the inhibition of fungi and in the promotion of plant growth, further studies are needed to identify the best condition to be used.

Keywords: microbiolization; *Phaseolus lunatus* L.; sanity.

1 INTRODUÇÃO

Phaseolus lunatus L., é uma das leguminosas mais importantes na região semiárida do Nordeste brasileiro, incluindo os estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco e Piauí. É uma espécie popularmente conhecida por feijão-fava, mas também recebe outras denominações dependendo da região brasileira de cultivo, por exemplo, feijão-favona, fava-belém ou feijão-farinha (NASCIMENTO, et al., 2017). A cultura é bem adaptada à região semiárida e, portanto, é cultivada principalmente no nordeste do Brasil (MORAES et al., 2017). O Brasil produziu cerca de 9.554 toneladas em 2021 em uma área plantada de 30.316 hectares, em que o Ceará foi o maior produtor com 4.139 toneladas, seguido da Paraíba com produção de 2.059 toneladas, Pernambuco com 1.248 toneladas e Piauí 679 toneladas (IBGE, 2023).

Um dos principais fatores que afetam a qualidade sanitária e fisiológica das sementes é a incidência de patógenos, principalmente fúngicos. Os patógenos podem ser disseminados através das sementes em curtas e longas distâncias, propiciando a introdução em áreas isentas, restringindo a produção máxima da cultura, além de causar a deterioração das sementes durante o armazenamento (COSTA et al, 2022a). Patógenos presentes nas sementes podem causar podridão ou morte das mesmas, produzir toxinas (que podem prejudicar humanos e animais) e podem ser transmitidos para mudas e plantas adultas (PINTO et al., 2021; COSTA et al., 2022a).

Os gêneros: *Aspergillus*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Rhizopus*, *Fusarium*, *Penicillium* e *Colletotrichum*, são patógenos que podem estar associados às sementes tradicionais de feijão fava, reduzindo a qualidade e desenvolvimento dos grãos (NUNES et al., 2022)

Na procura por altos rendimentos de produção, os tratamentos de sementes são frequentemente usados para redução de perdas por patógenos e para melhorar o crescimento inicial e uniformidade da cultura em campo (DALZOTTO et al., 2020). A quantidade de agrotóxicos utilizados para o controle de doenças têm causado preocupação, devido aos impactos ambientais adversos e resistência de patógenos a algumas moléculas que esses produtos têm causado (SILVA et al., 2020). Para reduzir o uso desses produtos, a microbiolização tem sido utilizada como alternativa aos tratamentos químicos que consistem na aplicação de microrganismos benéficos, como formulações à base de *Trichoderma* spp., fungos desse gênero fornecem nutrientes às plantas, auxiliando no crescimento e apresenta ação antagonica contra vários patógenos, controlando ou retardando a infecção (SILVA; LOVATTO, 2019; COSTA et al., 2022b).

O gênero *Trichoderma* é um dos fungos mais estudados no Brasil devido a sua presença natural em praticamente todos os tipos de solo e sua versatilidade em seus efeitos (CHAGAS, et al, 2022). Algumas cepas de *Trichoderma* aumentam a superfície total do sistema radicular, permitindo melhor acesso aos elementos minerais radiculares, enquanto outras podem solubilizar e disponibilizar o fosfato, ferro, cobre, manganês e zinco para a planta, também pode aumentar os mecanismos ativos de absorção de macro e micronutrientes, bem como aumentar a eficiência da planta no uso de alguns nutrientes importantes como nitrogênio (CHAGAS et al., 2017).

Peres (2023) avaliando a capacidade de cepas de isolados do gênero *Trichoderma* com relação ao biocontrole e a produção de enzimas ligadas ao fungo, observou resultados promissores para o uso do tratamento na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), tanto na proteção de doenças, quanto na promoção de crescimento de plantas.

Nesse contexto, o trabalho objetivou avaliar a eficiência de diferentes concentrações de *T. asperellum* na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de feijão-fava variedades “Cara larga” e “Orelha de vó”.

2 METODOLOGIA

2.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia (LAFIT), pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus II, localizado no município de Areia – PB, situado a 573 metros de altitude, com as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 6° 57' 42" Sul, Longitude: 35° 41' 43" Oeste.

2.2 AQUISIÇÃO DE SEMENTES

As sementes tradicionais de feijão-fava, variedades “Cara larga” e “Orelha de vó” utilizadas nos experimentos foram oriundas de pequenos agricultores familiares do município de Remígio – PB, safra 2022. Armazenadas em garrafas pet até sua utilização, o experimento ocorreu durante o período de Janeiro a Abril de 2023.

2.3 APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS

As sementes de *P. lunatus* inicialmente foram desinfestadas, sendo imersas em solução de hipoclorito de sódio a 1% durante três minutos, em seguida em dupla lavagem com água destilada esterilizada (ADE) e, posteriormente, tratadas com o auxílio de Beckers de vidro contendo 100 mL de ADE acrescido dos tratamentos, sendo imersas durante cinco minutos. Os tratamentos avaliados foram: (T1) - Testemunha (água destilada esterilizada – ADE); (T2) - Fungicida Captana® (240 g/100 kg de sementes); para as concentrações de Tricho-turbo®, produto a base de *T. asperellum*, (T3) - 0,8 mL L⁻¹, (T4) - 1,7 mL L⁻¹, (T5) - 2,5 mL L⁻¹ e (T6) - 3,3 mL L⁻¹, diluído em ADE.

2.4 QUALIDADE SANITÁRIA

Após os tratamentos descrito no tópico anterior, o teste de sanidade foi composto de 100 sementes, sendo 10 repetições com 10 sementes em cada repetição, onde as sementes foram distribuídas em placas de Petri (9 cm) e incubadas sobre dupla camada de papel filtro esterilizado e umedecido com ADE. As placas permaneceram durante sete dias sob temperatura ambiente de 25 ± 2°C e fotoperíodo de 12h. A detecção e identificação dos fungos foram

realizadas com auxílio de microscópio estereoscópio óptico, os fungos foram comparadas as descrições presentes na literatura (SEIFERT et al., 2011).

2.5 QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES

2.5.1 Teste de germinação

O teste de germinação das sementes, foram semeadas em papel *Germitest*[®] previamente esterilizado em estufa a 160°C por uma hora. Para umedecer o papel foi utilizada ADE na proporção de 2,5 vezes o seu peso seco. Sendo composto de 100 sementes, sendo quatro repetições de 25 sementes por cada tratamento e acondicionadas em câmara B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*) regulada, em regime alternado de 12 horas com temperatura 25 ± 2 °C. Avaliou-se no teste de germinação as variáveis: Percentual de germinação (GE), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), percentual de sementes mortas (SM) e duras (SD), comprimento da parte aérea (CPA) e raiz (CPR), matéria seca de parte aérea (MSPA) e raiz (MSR).

Adotou-se como critério de germinação a emissão de 1 mm da radícula. As avaliações foram realizadas diariamente, do quinto ao nono dia após a semeadura (BRASIL, 2009).

Para o índice de velocidade de germinação (IVG) foram realizadas contagens diárias a partir da germinação da emissão da radícula até a data em que o estande permaneceu constante, sendo determinado pela equação proposta por Maguire (1962).

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gn}{Nn}$$

Onde:

G1, G2 e Gn: número de plântulas normais germinadas a cada dia;

N1, N2 e Nn: número de dias decorridos da semeadura a primeira e última contagem.

Para o percentual de sementes mortas foram consideradas as sementes que ao final do teste se apresentaram amolecidas, mas não germinadas, e às vezes contaminadas/infectadas por microrganismos. Para a porcentagem de sementes duras levou-se em consideração as sementes que ao final do teste permanecem sem absorver água e com aspecto enrijecido.

2.5.2 Teste de emergência

Foi conduzido em casa de vegetação, pertencente ao LAFIT, composto por 100 sementes, sendo quatro repetições de 25 sementes por cada tratamento, em seguida as sementes foram distribuídas em tubetes de plástico (55 cm³) com areia esterilizada, sendo irrigadas diariamente e realizadas as avaliações de emergência, do quinto ao nono dia após a semeadura.

Foram analisados: Percentual de emergência (EM), primeira contagem (PC), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea (CPA) e raiz (CPR), matéria seca de parte aérea (MSPA) e raiz (MSR).

Para o índice de velocidade de emergência (IVE) foi determinado, mediante contagem diária do número de plântulas emergidas. Foram consideradas emergidas as plântulas que apareceram, ou seja, o número de plantas que apresentavam os cotilédones totalmente expandido até a data em que o estande permaneceu constante, sendo estabelecido pela equação proposta por Maguire (1962).

$$IVE = \frac{E1}{N1} + \frac{E2}{N2} + \dots + \frac{En}{Nn}$$

Onde:

E1, E2 e En: número de plântulas normais emergidas a cada dia;

N1, N2 e Nn: número de dias decorridos desde a semeadura.

2.5.3 Avaliações de comprimento e matéria seca da parte aérea e raiz

Para as avaliações de CPA e CPR foi utilizada uma régua graduada em centímetros e para a determinação da MSPA e MSR as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel *Kraft* e mantidas em estufa de circulação ar forçado à 65 °C até a obtenção do peso constante, durante 72 horas. Após a secagem, o peso foi determinado em balança semi-analítica.

2.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial $(5 \times 2) + 1$, sendo cinco concentrações de *T. asperellum*, duas variedades de feijão-fava mais o fungicida como tratamento adicional (Captana). Os dados foram submetidos aos testes de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias (Bartlett).

A análise estatística foi realizada com o software R® (R Core Team, 2020), e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial testando-se os modelos linear e quadrático. As médias de cada variedade foram comparadas em cada concentração de *T. asperellum* pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) e os tratamentos comparados com o fungicida dentro de cada variedade pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$). Os valores da incidência fúngica foram previamente transformados em $(\sqrt{x} + 1)$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 é possível observar os fungos associados às sementes de feijão-fava das duas variedades testadas que foram *Aspergillus* spp., *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., e *Fusarium* sp. A maior incidência dos fungos *Aspergillus* spp., *Penicillium* sp. e *Cladosporium* sp., foram observadas na variedade Cara larga. Apenas para *Fusarium* sp. observou-se uma diferença significativa, em que o maior percentual foi na variedade Orelha de vó, no tratamento controle (sem *Trichoderma*) (13%). Na mesma variedade verificou-se que ambos os tratamentos foram eficientes na redução da incidência deste fungo.

Farias et al. (2019), ao avaliarem tratamentos com produtos à base de *Trichoderma* em sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) demonstraram a eficácia do produto na redução da incidência de *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum*, nas sementes tratadas.

As concentrações 0,8 mL/L, 1,7 mL/L e 3,3 mL/L reduziram a incidência de *Aspergillus* spp., apresentando comportamento semelhante ao tratamento químico (Tabela 1). Bezerra et al. (2022) ao utilizarem *Trichoderma* sp. em sementes de milho (*Zea mays* L.) observaram resultados semelhantes ao deste trabalho, em que a eficácia do tratamento na redução de *Aspergillus* spp., *Penicillium* sp., e *Fusarium* sp., foi independente da concentração aplicada nas sementes. Uma explicação para esse comportamento provavelmente está relacionada à liberação de compostos voláteis que podem inibir o crescimento de patógenos (DALZOTTO et al., 2020).

Com relação ao *Penicillium* sp. todos os tratamentos reduziram a incidência do fungo na variedade Cara larga, para a variedade Orelha de vó não houve diferença significativa entre os tratamentos. Entre as variedades foi observada diferença na testemunha, com 8% para Cara larga e 1% para Orelha de vó (Tabela 1). Todos os tratamentos foram eficientes na redução da incidência de *Cladosporium* sp. para a variedade Cara larga (Tabela 1).

O uso de *Trichoderma* sp. como biocontrole em sementes de *G. hirsutum* se mostrou eficiente na redução dos fungos *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp. e *Penicillium* sp., demonstrando a capacidade do fungo como antagonista devido seu rápido crescimento micelial colonizando as sementes de forma a suprimir o crescimento do patógeno (SILVA et al., 2022).

Tabela 1 - Incidência de fungos associados às sementes de feijão-fava das variedades Cara larga (CL) e Orelha de vó (OV), tratadas com *Trichoderma asperellum*.

Concentração (g/L)	<i>Aspergillus</i> spp. (%)		<i>Penicillium</i> sp. (%)	
	CL	OV	CL	OV
0	11 a*	1 b	8 a*	1 b
0,8	3 a	0 a	0 a	0 a
1,7	3 a	0 a	0 a	0 a
2,5	15 a *	0 b	0 a	0 a
3,3	5 a	0 b	0 a	0 a
Captana	3 a	0 a	0 a	0 a
CV (%)	16,02		6,11	
Concentração (g/L)	<i>Cladosporium</i> sp. (%)		<i>Fusarium</i> sp. (%)	
	CL	OV	CL	OV
0	4 a*	0 b	2 b	13 a*
0,8	0 a	0 a	1 a	1 a
1,7	0 a	0 a	0 a	0 a
2,5	2 a	0 a	1 a	2 a
3,3	1 a	0 a	0 a	0 a
Captana	0 a	0 a	2 a	2 a
CV (%)	8,61		11,86	

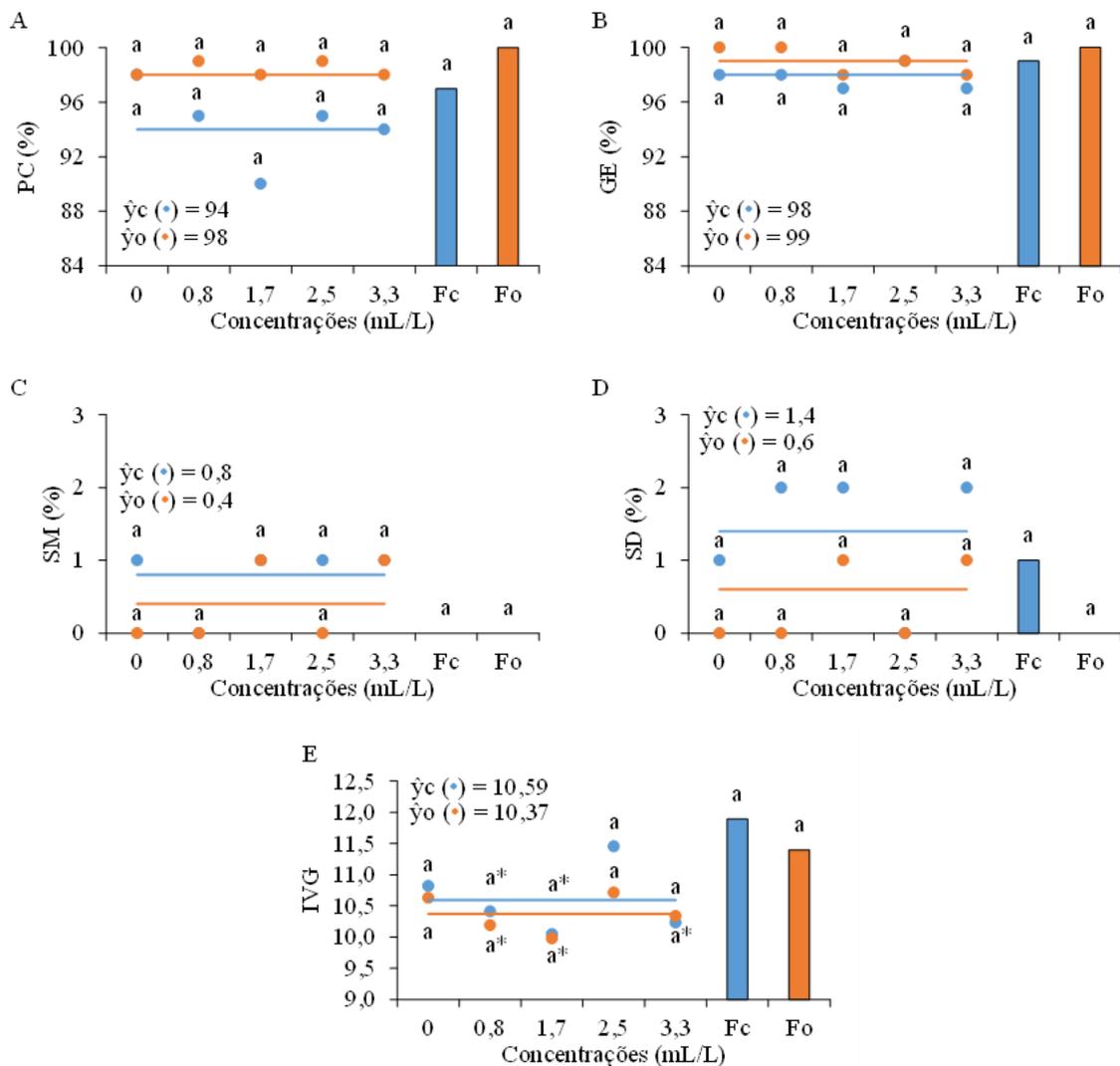
Médias seguidas com letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) e * = média difere estatisticamente do fungicida pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. Testemunha (0 = água destilada esterilizada – ADE), Fungicida Captana (240 g 100 kg⁻¹ de sementes). Dados previamente transformados em $\sqrt{x + 1}$.

Para a primeira contagem de germinação, percentual de germinação, sementes mortas e duras não houve diferença significativa entre variedades e tratamentos analisados (Figura 1 A, B, C, D). Para a qualidade fisiológica das sementes tratadas com *T. asperellum*, podemos observar o índice de velocidade de germinação na variedade Cara larga apresentou diferença nas concentrações de 0,8 mL/L, 1,7 mL/L e 3,3 mL/L que apresentaram valores médios de 10,4, 10,4 e 10,3, respectivamente, sendo inferiores ao fungicida que apresentou valor médio de 11,8 (Figura 1 E). Para a variedade Orelha de vó, as concentrações 0,8 mL/L e 1,7 mL/L,

apresentaram valores médios de 10,1 e 9,9, respectivamente, apresentando diferença significativa com o fungicida (11,3) (Figura 1 E).

Strahl et al. (2021) avaliando a eficácia de formulações comerciais à base de *Trichoderma* em sementes de canola (*Brassica napus* L.) de sementes com diferentes níveis de vigor, não encontraram diferenças na primeira contagem de germinação e percentual de germinação em sementes de alto vigor, enquanto em sementes de baixo vigor observaram que o tratamento aumentou o potencial germinativo em relação ao controle.

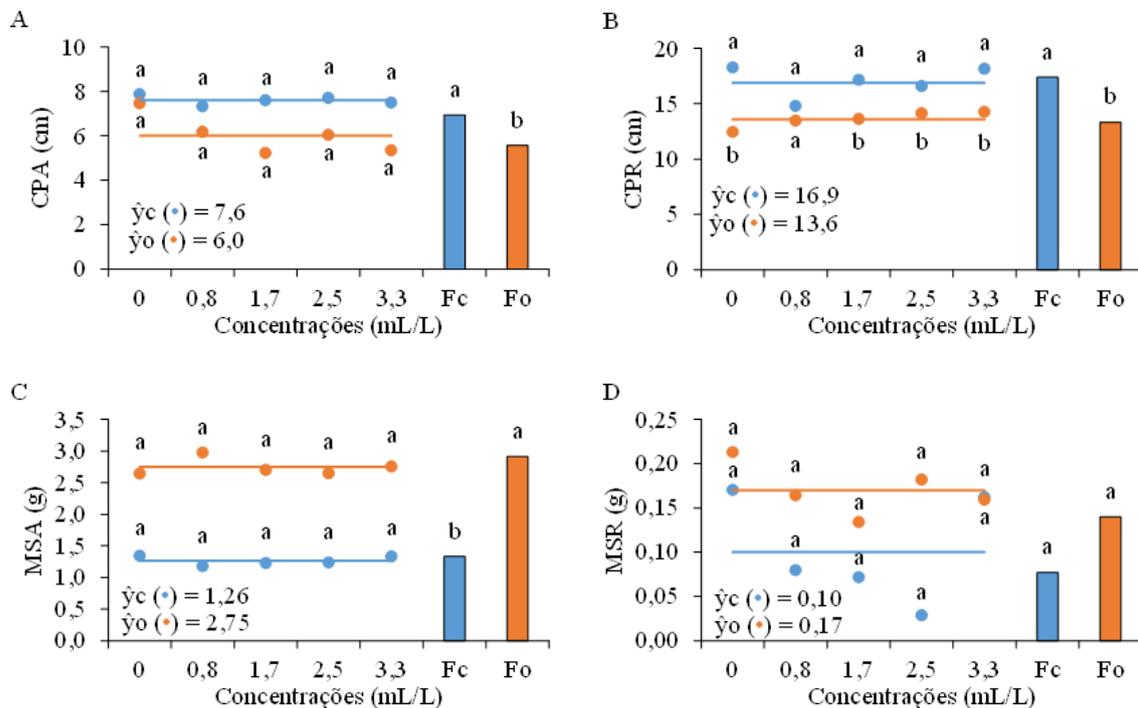
Figura 1 - Primeira contagem de germinação (PC), germinação (GE), sementes mortas (SM), duras (SD) e índice de velocidade de germinação (IVG) oriundos de sementes de feijão-fava tratadas com *Trichoderma asperellum*. Variedades ‘Cara Larga’ (ÿc) e ‘Orelha de Vó’ (ÿo). Testemunha (0 = água destilada esterilizada – ADE), Fc, Fo – Fungicida Captana (240 g 100 kg⁻¹ de sementes) para ‘Cara Larga’ e ‘Orelha de Vó’, respectivamente. Médias com letras iguais na mesma concentração não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$) e * = média difere estatisticamente do fungicida pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.



Fonte: Autor, 2023.

Observou-se que o comprimento de parte aérea nos tratamentos não apresentaram diferenças, sendo observadas apenas entre as variedades para as sementes tratadas com o fungicida, em que a variedade Cara larga apresentou maior comprimento com valores de 6,9 cm que a Orelha de vó com valores de 5,5 cm (Figura 2 A).

Figura 2 - Comprimento da parte aérea (CPA), raízes (CPR), massa seca da parte aérea (MSA) e raízes (MSR) oriundos de sementes de feijão-fava tratadas com *Trichoderma asperellum*. Variedades ‘Cara Larga’ (\hat{y}_c) e ‘Orelha de Vó’ (\hat{y}_o). Testemunha (0 = água destilada esterilizada – ADE), Fc, Fo – Fungicida Captana (240 g 100 kg⁻¹ de sementes) para ‘Cara Larga’ e ‘Orelha de Vó’, respectivamente. Médias com letras iguais na mesma concentração não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$) e * = média difere estatisticamente do fungicida pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.



Fonte: Autor, 2023.

Avaliando o comprimento de raiz, a variedade Cara larga nas concentrações de 0 (testemunha), 1,7, 2,5, 3,3 mL/L e fungicida, apresentou valores de 18,2 cm, 17,1 cm, 16,5 cm, 18,1 cm e 17,3 cm, respectivamente (Figura 2 B). A variedade Orelha de vó, nas mesmas concentrações apresentou valores de 12,4 cm, 13,6 cm, 14,1 cm, 14,2 cm e 13,3 cm, respectivamente, sendo possível observar que a variedade Cara larga apresentou valores superiores diferindo da Orelha de vó (Figura 2 B).

Para massa seca da parte aérea os tratamentos analisados não diferiram, diferindo apenas entre as variedades para as sementes tratadas com o fungicida, sendo observado valores de 2,9

g para Orelha de vó e 1,3 g para Cara larga (Figura 2 C). A massa seca de raiz não apresentou diferença para ambas as variedades e nem entre tratamentos (Figura 2 D).

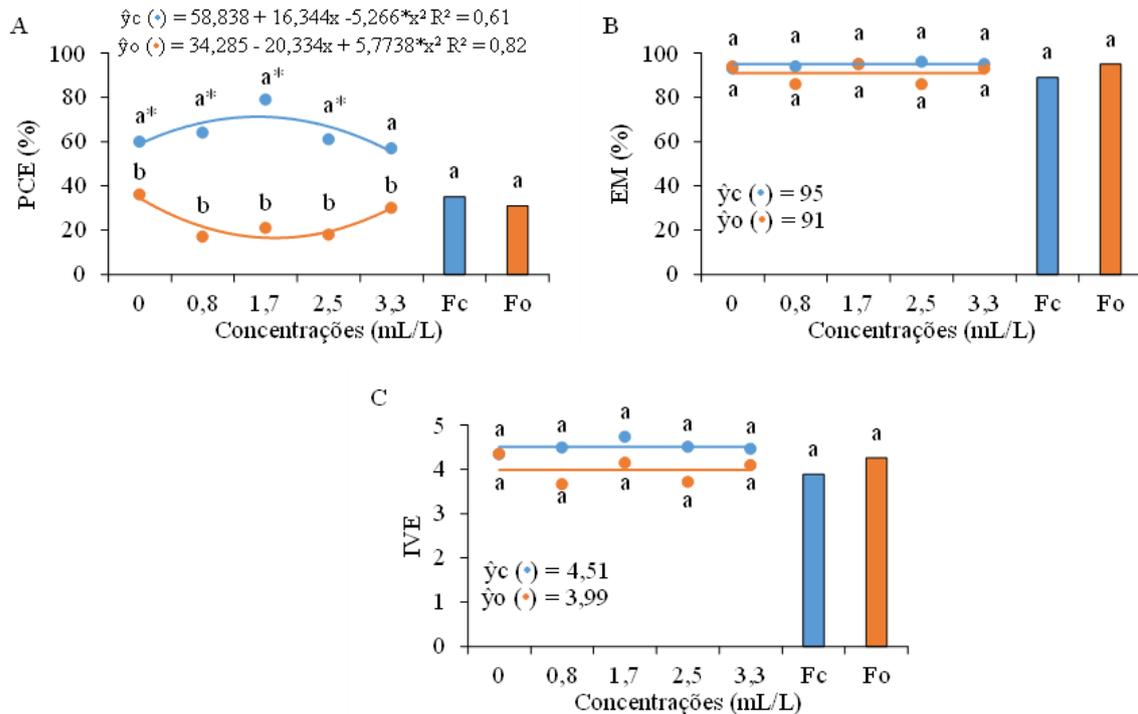
Couto et al. (2021) explicaram que a interação dos tratamentos com as sementes relacionada à qualidade fisiológica pode ser por meio de algumas hipóteses, como a de uma endofítica interação entre o *Trichoderma* e as raízes das plantas, no qual organismos podem ter efeitos negativos em plantas cultivadas sob condições desfavoráveis ou estressantes, portanto os testes conduzidos em condições laboratoriais podem levar a uma competição do fungo e as sementes por nutrientes, não sendo expressivo os resultados de desenvolvimento das plântulas.

Em relação ao maior percentual de primeira contagem de emergência foi na variedade Cara larga, na concentração 1,7 mL/L (79%), seguido das concentrações 0,8 mL/L (64%), 2,5 mL/L (61%) e testemunha (60%), todas sendo superiores ao fungicida (35%) (Figura 3 A). Sendo observados os valores médios nas mesmas concentrações diferindo entre as variedades; em que a variedade Orelha de vó apresentou 36% (testemunha), 21% (1,7 mL/L), 17% (0,8 mL/L) e 18% (2,5 mL/L) (Figura 3 A). Para o percentual de emergência e índice de velocidade de emergência, não houve diferença significativa entre variedades e tratamentos (Figura 3 B e C).

Dalzotto et al. (2020), verificaram que o tratamento com diferentes doses de *Trichoderma* sp. sobre sementes de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) apresentou maior nível de plântulas emergidas do que o tratamento químico, tornando o controle biológico uma alternativa ao tratamento químico em sementes tradicionais.

Os fungos do gênero *Trichoderma* estão entre os microrganismos mais importantes que promovem o crescimento das plantas, afetando positivamente a emergência e o desenvolvimento das plantas, por produzir substâncias que promovem o crescimento e melhoram a nutrição das plantas, principalmente pela solubilização do fósforo e síntese do ácido indol acético (REZENDE et al., 2021).

Figura 3 - Primeira contagem de emergência (PCE), emergência (EM) e índice de velocidade de emergência (IVE) oriundos de sementes de feijão-fava tratadas com *Trichoderma asperellum*. Variedades ‘Cara Larga’ (\hat{y}_c) e ‘Orelha de Vó’ (\hat{y}_o). Testemunha (0 = água destilada esterilizada – ADE), Fc, Fo – Fungicida Captana (240 g 100 kg⁻¹ de sementes) para ‘Cara Larga’ e ‘Orelha de Vó’, respectivamente. Médias com letras iguais na mesma concentração não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$) e * = média difere estatisticamente do fungicida pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.



Fonte: Autor, 2023.

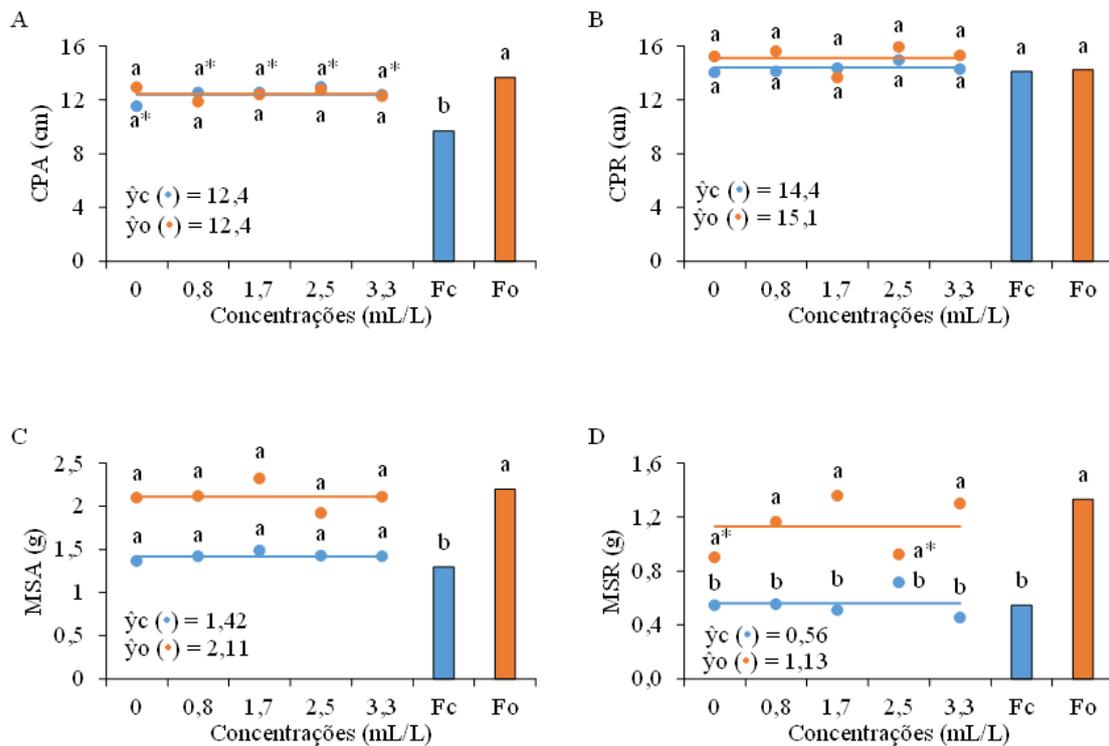
Em relação ao comprimento da parte aérea da variedade Cara larga, todas as concentrações apresentaram valores superiores, diferindo do fungicida e apresentou diferenças entre variedades para o fungicida (Figura 4 A). Os valores observados no comprimento de raiz não diferiram entre as variedades e nem entre os tratamentos (Figura 4 B).

Para a massa seca da parte aérea, apenas o fungicida apresentou diferença significativa entre as variedades, em que a variedade Cara larga menores valores com 1,3 cm (Cara larga) e 2,2 cm para a (Orelha de vó) (Figura 4 C). Os valores observados na massa seca de raiz os valores da Orelha de vó foram superiores ao da Cara larga, as diferindo entre si para todos os tratamentos e reduzindo os valores na concentração de 2,5 mL/L tendo uma média de 0,9 g, semelhante à testemunha e diferindo do fungicida com 1,3 g (Figura 4 D).

Na cultura do arroz (*Oryza sativa* L.), foi avaliado a eficiência do *Trichoderma* spp. como promotor de crescimento das plantas, em que houve um aumento no comprimento de parte aérea e raiz de plantas e acúmulo de biomassa, das sementes tratadas com relação à testemunha, tendo em vista a capacidade do fungo colonizar raízes e produzir inúmeras

substâncias (enzimas e antibióticos) que atuam na decomposição de resíduos vegetais e na supressão de patógenos, o *Trichoderma* spp. pode apresentar diferentes respostas quando trabalhado com diferentes dosagens e a depender da cultura (LIMA et al., 2023).

Figura 4 - Comprimento da parte aérea (CPA), raízes (CPR), massa seca da parte aérea (MSA) e raízes (MSR) oriundos de sementes de feijão-fava tratadas com *Trichoderma asperellum*. Variedades ‘Cara Larga’ (ŷc) e ‘Orelha de Vó’ (ŷo). Testemunha (0 = água destilada esterilizada – ADE), Fc, Fo – Fungicida Captana (240 g 100 kg⁻¹ de sementes) para ‘Cara Larga’ e ‘Orelha de Vó’, respectivamente. Médias com letras iguais na mesma concentração não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$) e * = média difere estatisticamente do fungicida pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.



Fonte: Autor, 2023.

O *Trichoderma* spp. apresenta produção de giberelinas e auxinas como o AIA que associado às raízes das plantas, permitem que os nutrientes presentes no solo são solubilizados mais rápidos, promovendo o crescimento das plantas, devido ao desenvolvimento de raízes laterais, resultando em um maior desenvolvimento de raiz e da área foliar, além do mecanismo de antibiose favorecerem um ambiente livre de fitopatógenos que permitem o desenvolvimento da planta (LOBO JUNIOR et al., 2019).

4 CONCLUSÃO

O *T. asperellum* reduziu a incidência dos fungos *Aspergillus* spp., *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., nas sementes da variedade Cara larga e reduziu a incidência de *Fusarium* sp. nas sementes das variedades Orelha de vó de feijão fava;

As concentrações de *T. asperellum* não afetaram a germinação de ambas as variedades de feijão fava. As sementes tratadas com *T. asperellum* demonstraram maiores percentuais de primeira contagem de emergência e maior comprimento da parte aérea na variedade Cara larga, enquanto para a variedade Orelha de vó não foram influenciadas pelos tratamentos;

Com isso, o *T. asperellum* se apresenta eficiente na inibição de fungos e na promoção do crescimento das plantas, mas reage de maneiras distintas dependendo das dosagens e condições ambientais que é exposto, se fazendo necessário mais estudos para identificação da melhor condição a ser usado.

REFERÊNCIAS

- BEZERRA, M. C. L.; GOMES, R. D. S. S.; CARVALHO, T. K. N.; RODRIGUES, R. M.; SILVA, T. B. M.; MEDEIROS, J. G. F. Redução de fungos e qualidade fisiológica de sementes de milho inoculadas com *Trichoderma harzianum*. **Nativa**, v. 10, n. 1, p. 69-73, 2022.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, p. 399, 2009.
- CHAGAS, A. F.; LUZ, L. L.; MARTINS, A. L. L.; QUEIROZ, A. S. B.; CHAGAS, L. F. B.; GIONGO, M.; PORTELLA, C. F.; SCHEIDT, G. Alterações morfofisiológicas na cultura do arroz e milho ocasionados pelo *Trichoderma asperellum*. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 10, n. 4, p. 287-296, 2022.
- CHAGAS, L. F. B.; JUNIOR, A. F. C.; FIDELIS, R. R.; CARVALHO FILHO, M. R.; OLIVEIRA MILLER, L. *Trichoderma asperellum* efficiency in soybean yield components. **Comunicata Scientiae**, v. 8, n. 1, p. 165-169, 2017.
- COSTA, N. J. F.; SILVA, M. S. B. S. E.; SILVA, E. K. C. E.; OLIVEIRA, A. C. S.; RODRIGUES, A. A. C. Tratamento térmico e biológico de sementes de alface no controle de fungos fitopatogênicos. **Diversitas Journal**, v. 7, n. 2, p. 595-606, 2022a.
- COSTA, R. V. S.; SILVA, H. F.; SILVA, E. C.; OLIVEIRA, M. D. M.; NASCIMENTO, L. C. Efeito de *Trichoderma* spp. na qualidade de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). **Scientia Plena**, v. 18, n. 7, p. 12, 2022b.
- COUTO, A. P. S.; PEREIRA, A. E.; ABATI, J.; FONTANELA, M. L. C.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; KROHN, N. G. Seed treatment with *Trichoderma* and chemicals to improve physiological and sanitary quality of wheat cultivars. **Revista Caatinga**, v. 34, p. 813-823, 2021.
- DALZOTTO, L.; TORTELLI, B.; STEFANSKI, F. S.; SACON, D.; SILVA, V. N.; MILANESI, P. M. Creole bean seeds microbiolization with doses of *Trichoderma harzianum*. **Ciência Rural**, v. 50, 2020.
- FARIAS, O. R.; NASCIMENTO, L. C.; CRUZ, J. M. F. L.; SILVA, H. A. O.; OLIVEIRA, M. D. M.; BRUNO, R. L. C.; ARRIEL, N. H. C. Biocontrol potential of *Trichoderma* and *Bacillus* species on *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 34, n. 1, p. 1-11, 2019.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de Feijão-fava**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/fava/br>>. Acesso em: 20 Mar. 2023.
- LIMA, L. S.; ELIAS, M. T. A.; PACHECO, K. R.; PEIXOTO, J. C. Uso de *Trichoderma* spp. na promoção de crescimento na cultura do arroz. **Ipê Agronomic Journal**, v. 7, n. 1, p. 1-16, 2023.
- LOBO JUNIOR, M.; MACHADO-ROSA, T. A.; GERALDINE, A. M. Uso de *Trichoderma* na cultura do feijão-comum. **Trichoderma**, p. 393, 2019.

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

MORAES C. S.; DIAS T. A. B.; COSTA S., VIEIRA R. D. C.; NORONHA S. E.; BURLE M. Catálogo de fava (*Phaseolus lunatus* L.) conservada na Embrapa. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, Brasília, p. 46, 2017.

NASCIMENTO, M. D. G. R.; ALVES, E. U.; SILVA, M. L.; RODRIGUES, C. Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) seeds exposed to different salt concentrations and temperatures. **Revista Caatinga**, v. 30, p. 738-747, 2017.

NUNES, M. C.; GOMES, R. S. S.; NASCIMENTO, L. C. Caracterização de sementes crioulas de feijão fava produzidas no estado da Paraíba. **Revista Principia**. Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB, v. 60, n.2, p. 506-520, 2022.

PERES, G. Q. D. **Mecanismos de biocontrole e promoção de crescimento de cepas de *Trichoderma* na cultura da soja**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, p. 175, 2023.

PINTO, K. M.; NORONHA, D. A.; MOSSER, L. M. Qualidade sanitária de sementes tradicionais de feijão no agreste de Pernambuco. **Brazilian Journal of Agroecology and Sustainability**, v. 3, n. 1. p. 153-167, 2021.

R Core Team (2020). R: *A language and environment for statistical computing*. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>

REZENDE, C. C.; SILVA, M. A.; FRASCA, L. D. M.; FARIA, D. R.; DE FILIPPI, M. C. C.; LANNA, A. C.; NASCENTE, A. S. Microrganismos multifuncionais: utilização na agricultura. v. 10, n. 2, e 50810212725, 2021.

SEIFERT, K.; MORGAN-JONES, G.; GAMS, W.; KENDRICK, B. The genera of Hyphomycetes. **CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre**, Utrecht, p. 866. 2011.

SILVA, G. B. P.; LOVATTO, M. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de aveia preta submetidas a tratamento químico e biológico. **Agropecuária Catarinense**, v. 32, n. 3, p. 47-49, 2019.

SILVA, J. V. B.; GOMES, R. D. S. S.; CARVALHO, T. K. N.; LACERDA, A. V.; MACÊDO RODRIGUES, R. MEDEIROS, J. G. F. Controle de patógenos em sementes de algodão com o uso de *Trichoderma harzianum*. **Nativa**, v. 10, n. 2, p. 204-210, 2022.

SILVA, M. G. N.; MEDEIROS, J. G. F.; DEMARTELAERE, A. C. F.; SILVA, T. B. M.; MACÊDO RODRIGUES, R.; SILVA, J. V. B.; PRESTON, H. A. F.; SANTOS FEITOSA, S. Extratos vegetais de angico e pau-ferro no controle de fitopatógenos e na fisiologia de sementes de soja. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 63012-63024, 2020.

STRAHL, M. A.; CARVALHO, F. P.; JUNGES, E.; MICHELON, C. J.; SARZI, J. S.; MUNIZ, M. F. B. Qualidade fisiológica de sementes de canola (*Brassica napus* L.) submetidas a microbiolização com *Trichoderma* spp. **Científica**, Dracena, SP, v. 49, n. 2, p. 75-79, 2021.

CAPÍTULO II

Qualidade de sementes de feijão-fava tratadas com *Saccharomyces cerevisiae*

RESUMO

O feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) é encontrado em regiões tropicais e subtropicais, no Brasil se concentrando na região Nordeste, a cultura é propagada via sementes e as mesmas são um fator crítico para o estabelecimento da cultura. Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade das sementes de feijão-fava, variedades “Cara larga” e “Orelha de vó”, tratadas com diferentes concentrações de *Saccharomyces cerevisiae*. As sementes foram imersas durante cinco minutos nos tratamentos. Os tratamentos foram: (T1) - Testemunha (água destilada esterilizada – ADE); (T2) - Fungicida Captana (240 g/100 kg de sementes); e as concentrações de SAF-INSTANT, produto a base da levedura seca de *S. cerevisiae*, (T3) - 0,5 g/L, (T4) 1,0 g/L, (T5) - 1,5 g/L e (T6) - 2,0 g/L, diluído em ADE. Após os tratamentos, o teste de sanidade foi composto de 100 sementes, em 10 repetições com 10 sementes para cada repetição. No teste de germinação as sementes foram semeadas sobre papel *Germitest*[®] previamente esterilizado e umedecido com ADE, sendo composto de 100 sementes, sendo quatro repetições de 25 sementes por cada tratamento. O teste de emergência foi realizado em casa de vegetação, composto por 100 sementes, sendo quatro repetições de 25 sementes por cada tratamento, em seguida foram semeadas em tubetes com areia esterilizada. Em relação a micoflora presente nas sementes de feijão-fava foram observados os fungos dos gêneros *Aspergillus* spp., *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp. e *Macrophomina* sp. *S. cerevisiae* se apresentou eficiente no tratamento de sementes, que permitem utilizá-la como forma de substituição ao uso do fungicida.

Palavras-Chave: levedura; patologia de sementes; *Phaseolus lunatus* L.

ABSTRACT

The fava bean (*Phaseolus lunatus* L.) is found in tropical and subtropical regions, in Brazil concentrating in the Northeast region, the culture is propagated via seeds and they are a critical factor for the establishment of the crop. Thus, the objective of this study was to evaluate the quality of fava bean seeds, varieties "Cara larga" and "Orelha de vó", treated with different concentrations of *Saccharomyces cerevisiae*. The seeds were immersed for five minutes in the treatments. The treatments were: (T1) - Control (sterilized distilled water - ADE); (T2) - Captan Fungicide (240 g/100 kg of seeds); and the concentrations of SAF-INSTANT, a product based on the dry yeast of *S. cerevisiae*, (T3) - 0.5 g/L, (T4) 1.0 g/L, (T5) - 1.5 g/L and (T6) - 2.0 g/L, diluted in ADE. After the treatments, the health test was composed of 100 seeds, in 10 replications with 10 seeds for each repetition. In the germination test, the seeds were sown on *Germitest*® paper previously sterilized and moistened with ADE, being composed of 100 seeds, being four replicates of 25 seeds for each treatment. The emergency test was performed in a greenhouse, composed of 100 seeds, with four replicates of 25 seeds for each treatment, then sown in tubes with sterile sand. Regarding the mycoflora present in the seeds of fava beans, the fungi of the genera *Aspergillus* spp., *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp. were observed and *Macrophomina* sp. *S. cerevisiae* was efficient in seed treatment, which allows it to be used as a substitute for the use of fungicide.

Keywords: yeast; seed pathology; *Phaseolus lunatus* L..

1 INTRODUÇÃO

O feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) é encontrado em regiões tropicais e subtropicais, no Brasil se concentrando na região Nordeste, sendo cultivado por pequenos produtores, no qual utilizam principalmente sementes tradicionais, proporcionando a população uma renda adicional, como também sendo uma excelente fonte de alimentação, fornecendo proteína vegetal (AVELINO et al., 2019; GRANJA et al., 2019). No ano de 2021, o estado do Ceará teve uma produção de 4.139 toneladas de feijão-fava, seguido pelos estados da Paraíba (2.059 toneladas), Pernambuco (1.248 toneladas) e Piauí (679 toneladas) (IBGE, 2023).

A cultura é propagada via sementes e as mesmas são um fator crítico para o estabelecimento da cultura, pois é nelas que contêm todo o potencial produtivo da planta e é praticamente o único insumo para os pequenos produtores (BEZERRA et al., 2022). Os produtores costumam armazenar por conta própria algumas sementes colhidas para uso na próxima safra, prática que é regulamentada por lei e permite que os produtores usem suas próprias sementes de acordo com determinados critérios (MAPA, 2023; CERUTTI et al., 2021).

O potencial germinativo e desenvolvimento da cultura podem ser afetados por diversos fatores, entre eles a incidência de patógenos, que afetam não só a qualidade sanitária, quanto o vigor das sementes. A utilização de tratamentos com produtos químicos tem sido reduzida devido os impactos negativos que causam ao meio ambiente, também causam resistência de patógenos a algumas moléculas devido ao seu uso indiscriminado e falta de suporte técnico adequado, com isso, diferentes estratégias podem ser usadas para reduzir as perdas decorrentes das sementes armazenadas, como o uso de microrganismos específicos, como a *Saccharomyces cerevisiae*, que devido à produção de substâncias antimicrobianas são utilizados para o controle biológico de fitopatógenos (OLIVEIRA et al., 2020; SILVA et al., 2020).

Considerando os agentes de biocontrole, as leveduras fazem parte da microbiota epifítica e endofítica, e competem com patógenos de plantas por meio de múltiplos mecanismos antagônicos, destacando-se os fungos leveduriformes do gênero *Saccharomyces* sp.. (HELING et al., 2017).

Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade das sementes de feijão-fava, variedades “Cara larga” e “Orelha de vó”, tratadas com diferentes concentrações de *Saccharomyces cerevisiae*.

2 METODOLOGIA

2.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado no Laboratório de Fitopatologia (LAFIT), pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus II, localizado no município de Areia – PB, situado a 573 metros de altitude, com as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 6° 57' 42" Sul, Longitude: 35° 41' 43" Oeste.

2.2 AQUISIÇÃO DE SEMENTES

As sementes de feijão-fava, variedades “Cara larga” e “Orelha de vó” utilizadas no experimento foram obtidas de pequenos produtores do município de Remígio – PB, da safra de 2022. Armazenadas em garrafas pet até sua utilização, o experimento ocorreu durante o período de Janeiro a Abril de 2023.

2.3 TRATAMENTOS AVALIADOS

As sementes inicialmente foram desinfestadas, sendo imersas em solução de hipoclorito de sódio a 1% durante três minutos, logo em seguida dupla lavagem com água destilada esterilizada (ADE) e, posteriormente, foram tratadas com o auxílio de Beckers de vidro contendo 100 mL de ADE acrescidos com os tratamentos, sendo imersas durante cinco minutos nos tratamentos. Os tratamentos foram: (T1) - Testemunha (água destilada esterilizada – ADE); (T2) - Fungicida Captana (240 g/100 kg de sementes); e as concentrações de SAF-INSTANT, produto a base da levedura seca de *S. cerevisiae*, (T3) - 0,5 g/L, (T4) 1,0 g/L, (T5) - 1,5 g/L e (T6) - 2,0 g/L, diluído em ADE.

2.4 QUALIDADE SANITÁRIA DAS SEMENTES

Após os tratamentos, o teste foi composto de 100 sementes, em 10 repetições com 10 sementes para cada repetição. As sementes foram incubadas em placas de Petri (9 cm) com dupla camada de papel filtro esterilizado e umedecido com ADE. As placas foram colocadas em temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 12 horas por sete dias. A detecção e identificação dos fungos foi realizada por meio de microscópio estereoscópio óptico e os fungos foram comparados às descrições da literatura específica (SEIFERT et al., 2011).

2.5 QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES

2.5.1 Teste de germinação

O teste de germinação foi realizado de acordo com BRASIL (2009). As sementes foram semeadas sobre papel *Germitest*[®] previamente esterilizado em estufa a 160°C por 1 hora e umedecido com ADE na quantidade de 2,5 vezes o peso seco.

Sendo composto de 100 sementes, sendo quatro repetições de 25 sementes por cada tratamento e acondicionadas em câmara (*Biochemical Oxygen Demand* - B.O.D.) regulada, em modo alternado de 12 horas a temperatura $25 \pm 2^\circ\text{C}$. As avaliações foram realizadas diariamente do quinto ao nono dia.

No teste de germinação foram avaliados o Percentual de germinação (GE), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), percentual de sementes mortas (SM) e duras (SD), comprimento da parte aérea (CPA) e raiz (CPR), matéria seca de parte aérea (MSPA) e raiz (MSR). A emissão de 1 mm da radícula foi adotada como critério de germinação.

Para o índice de velocidade de germinação (IVG) foram feitas contagens diárias desde a germinação das plântulas até o dia em que o estande permaneceu constante utilizando a equação de Maguire (1962).

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gn}{Nn}$$

Onde:

G1, G2 e Gn: número de plântulas normais germinadas a cada dia;

N1, N2 e Nn: número de dias decorridos da semeadura a primeira e última contagem.

Para o percentual de sementes mortas foram consideradas as sementes que ao final do teste se apresentaram amolecidas, mas não germinadas, nem duras, às vezes contaminadas por microrganismos. A porcentagem de sementes duras leva em consideração as sementes que ao final do teste permanecem sem absorver água por mais tempo do que o normal, ou seja, sementes não inchadas.

2.5.2 Teste de emergência

Sendo realizado em casa de vegetação, pertencente ao LAFIT, composto por 100 sementes, sendo quatro repetições de 25 sementes por cada tratamento, em seguida foram semeadas em tubetes (55 cm³) com areia esterilizada e regadas diariamente. As avaliações de emergência foram realizadas diariamente, do quinto ao nono dia após a semeadura. Foram avaliados: Percentual de emergência (EM), primeira contagem (PC), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea (CPA) e raiz (CPR), matéria seca de parte aérea

(MSPA) e raiz (MSR). As avaliações de CPA e CPR foram realizadas usando uma régua de 30cm e para a determinação da MSPA e MSR as plântulas foram acondicionadas em papéis *Kraft* e mantidas em estufa de ventilação forçada à 65 °C até a obtenção do peso constante. Após o processo, o peso foi medido em uma balança semi-analítica.

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi determinado pela contagem diária do número de plântulas emergidas. Foram consideradas emergidas as plântulas que apresentavam os cotilédones totalmente expandido até a data em que o estande permaneceu constante utilizando a equação de Maguire (1962).

$$IVE = \frac{E1}{N1} + \frac{E2}{N2} + \dots + \frac{En}{Nn}$$

Onde:

E1, E2 e En: número de plântulas normais emergidas a cada dia;

N1, N2 e Nn: número de dias decorridos desde a sementeira.

2.5.3 Avaliações de comprimento e matéria seca da parte aérea e raiz

Para as avaliações de CPA e CPR foi utilizada uma régua graduada em centímetros e para a determinação da MSPA e MSR as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel *Kraft* e mantidas em estufa de circulação ar forçado à 65 °C até a obtenção do peso constante, durante 72 horas. Após a secagem, o peso foi determinado em balança semi-analítica.

2.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial (5 x 2) + 1, sendo cinco concentrações de *S. cerevisiae*, duas variedades de feijão-fava mais o fungicida como tratamento adicional (Captana). Os dados foram submetidos aos testes de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias (Bartlett).

A análise estatística foi realizada com o software R® (R Core Team, 2020), e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial testando-se os modelos linear e quadrático. As médias de cada variedade foram comparadas em cada concentração de *S. cerevisiae* pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) e os tratamentos comparados com o fungicida dentro de cada variedade pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$). Os valores da incidência fúngica foram previamente transformados em $(\sqrt{x} + 1)$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação a micoflora presente nas sementes de feijão-fava podem ser observados os fungos dos gêneros *Aspergillus* spp., *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp. e *Macrophomina* sp. na Tabela 1. Os maiores percentuais da ocorrência de *Aspergillus* spp., *Penicillium* sp. e *Cladosporium* sp. foram observados na variedade Cara larga, com exceção do *Fusarium* sp. que foi observada uma diferença significativa, em que o maior percentual foi na variedade Orelha de vó na testemunha (13%), em que na mesma cultivar verificou-se que os tratamentos foram eficientes.

Na variedade Cara larga as concentrações de 0,5 g/L e 2,0 g/L foram eficientes na redução da incidência de *Aspergillus* spp., não apresentando diferença ao fungicida, a variedade Orelha de vó não apresentou diferença nos tratamentos (Tabela 1).

Para o percentual de incidência do fungo *Penicillium* sp. houve uma redução na variedade Cara larga nas concentrações 1,0 g/L (1%), 1,5 g/L (2%) e 2,0 g/L (1%), apenas a concentração 0,5 g/L (4%) e a testemunha (8%), diferiram do fungicida e entre variedades (Tabela 1).

Para *Cladosporium* sp., os tratamentos foram eficientes na redução da incidência do fungo na variedade Cara larga, já os fungos *Rhizoctonia* sp. e *Macrophomina* sp. não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos e nem entre variedades (Tabela 1).

Cruz et al. (2020) ao trabalharem com a microbiolização de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) utilizando *S. cerevisiae*, destacaram a eficiência do tratamento na redução dos fungos associados às sementes, entre eles *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp. e *Fusarium* sp, com resultados que corroboram com os observados neste trabalho. Os autores relacionam o biocontrole da levedura, não só ao antagonismo devido a competição por nutrientes, mas também pela relação de antibiose que pode existir em fungos, explicada pela interferência química, podendo envolver a produção de enzimas que afetam a parede celular do patógeno, como as glucanases.

Lopes et al. (2015) avaliando a eficiência de seis isolados de *S. cerevisiae* no controle de *Colletotrichum acutatum* em citros na aplicação *in vivo*, observaram que todos os isolados de *S. cerevisiae* foram eficazes no controle da doença de forma preventiva e curativa e a maioria dos isolados exibiu múltiplos mecanismos de ação, como competição por nutriente, produção de compostos antifúngicos e indução de resistência às plantas.

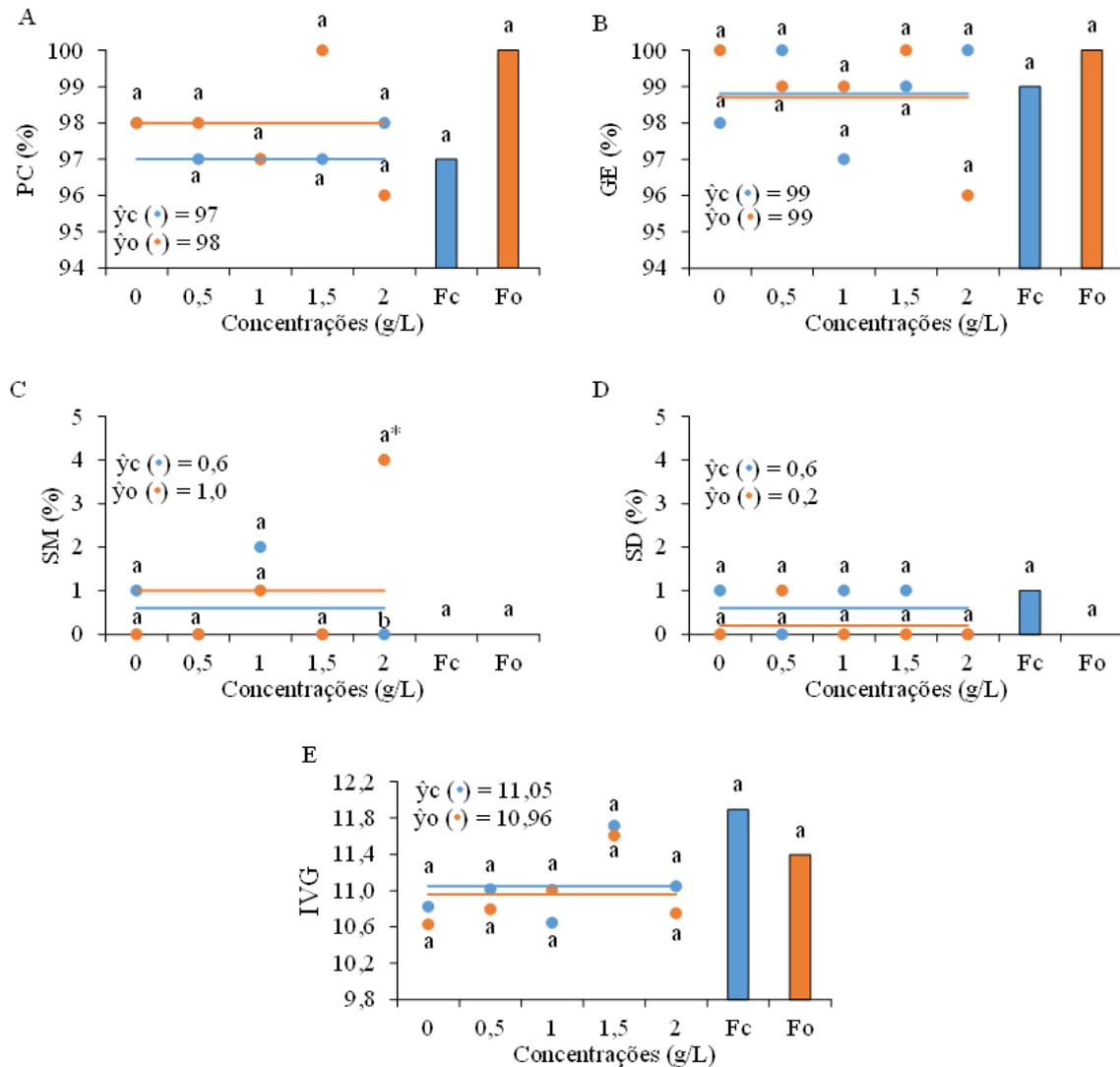
Tabela 1 - Incidência de fungos associados às sementes tradicionais de feijão-fava das variedades Cara larga (CL) e Orelha de vó (OV) tratadas com diferentes concentrações de *Saccharomyces cerevisiae*.

Concentração (g/L)	<i>Aspergillus</i> spp. (%)		<i>Penicillium</i> sp. (%)		<i>Cladosporium</i> sp. (%)	
	CL	OV	CL	OV	CL	OV
0	11 a*	1 b	8 a*	1 b	4 a*	0 b
0,5	6 a	2 b	4 a*	0 b	2 a	0 a
1,0	14 a*	1 b	1 a	0 a	2 a	0 a
1,5	15 a*	0 b	2 a	0 a	3 a	0 a
2,0	0 a	0 a	1 a	0 a	2 a	0 a
Captana	3 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
CV (%)	11,41		10,84		11,63	
Concentração (g/L)	<i>Rhizoctonia</i> sp. (%)		<i>Fusarium</i> sp. (%)		<i>Macrophomina</i> sp. (%)	
	CL	OV	CL	OV	CL	OV
0	0 a	0 a	2 b	13 a*	0 a	0 a
0,5	0 a	0 a	0 a	1 a	0 a	0 a
1,0	0 a	0 a	1 a	0 a	2 a	0 a
1,5	1 a	0 a	0 a	1 a	0 a	0 a
2,0	0 a	0 a	0 a	1 a	0 a	0 a
Captana	0 a	0 a	2 a	2 a	0 a	0 a
CV (%)	3,76		11,48		5,00	

Médias seguidas com letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) e * = média difere estatisticamente do fungicida pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. Testemunha (0 = água destilada esterilizada – ADE), Fungicida Captana (240 g 100 kg⁻¹ de sementes). Dados previamente transformados em $\sqrt{x} + 1$.

De acordo com os resultados para a avaliação de qualidade fisiológica das sementes, as variáveis primeira contagem de germinação, germinação, sementes duras e índice de velocidade não apresentaram diferença entre os fatores analisados (Figura 1 A, B, D, e E). O percentual de sementes mortas diferiu estatisticamente entre variedades. Verificou-se que a concentração 2,0 g/L apresentou um menor percentual para a variedade Cara larga, diferentemente do que ocorreu com a variedade Orelha de vó, que apresentou o maior percentual de sementes mortas com 4%, diferindo também do fungicida (Figura 1 C).

Figura 1 - Primeira contagem de germinação (PC), germinação (GE), sementes mortas (SM), duras (SD) e índice de velocidade de germinação (IVG) oriundos de sementes de feijão-fava tratadas com *Saccharomyces cerevisiae*. Variedades ‘Cara Larga’ (\hat{y}_c) e ‘Orelha de Vó’ (\hat{y}_o). Testemunha (0 = água destilada esterilizada – ADE), Fc, Fo – Fungicida Captana (240 g 100 kg⁻¹ de sementes) para ‘Cara Larga’ e ‘Orelha de Vó’, respectivamente. Médias com letras iguais na mesma concentração não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$) e * = média difere estatisticamente do fungicida pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.



Fonte: Autor, 2023.

O resultado do comprimento da parte aérea, para a variedade Cara larga nas concentrações de 0,5 g/L, 1,0 g/L, 2 g/L e fungicida, apresentou valores de 9,3 cm, 8,6 cm, 8,5 cm e 6,9 cm, respectivamente (Figura 2 A). A variedade Orelha de vó, nas mesmas concentrações apresentou valores de 6,2 cm, 6,1 cm, 6,1 cm e 5,5 cm, respectivamente (Figura 2 A). Dessa forma, observa-se que a variedade Cara larga apresentou valores superiores diferindo da Orelha de vó (Figura 2 A). As mesmas concentrações na variedade Cara larga

diferiram do fungicida, que apresentou valor inferior quando comparado às concentrações (Figura 2 A).

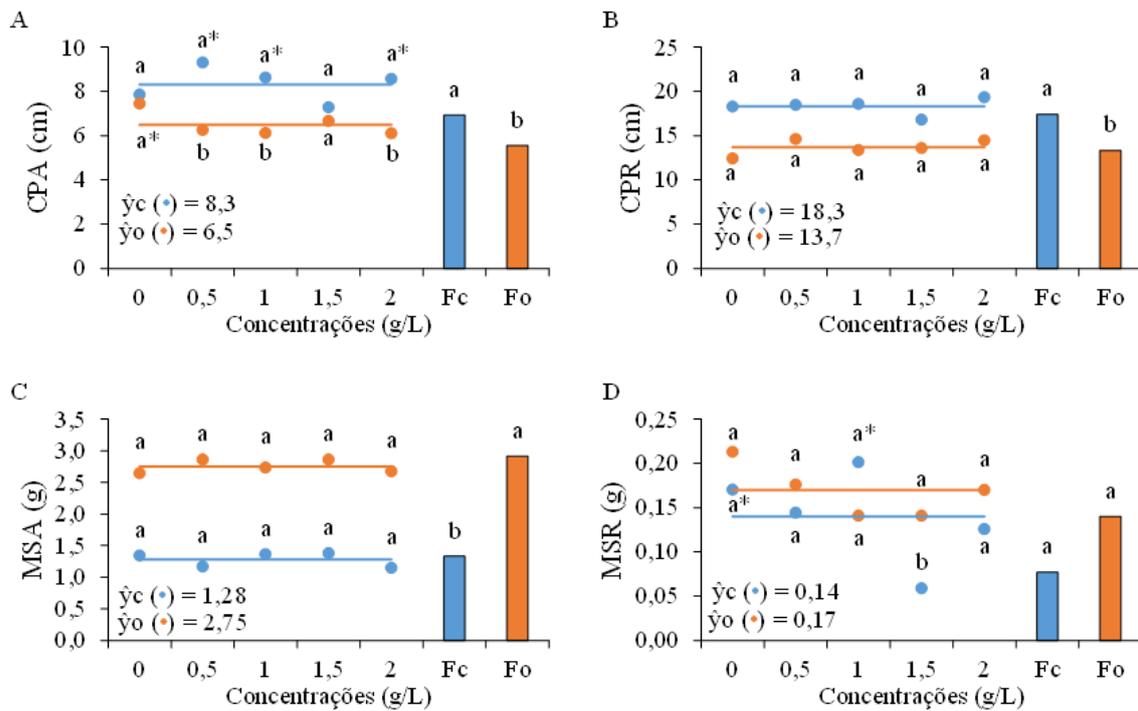
Já os resultados observados no comprimento de raiz demonstraram que apenas os valores dos tratamentos químicos diferiram estatisticamente entre variedades, com valores médios de 17,3 cm (Cara larga) e 13,3 cm (Orelha de vó) (Figura 2 B). Assim como a massa seca da parte aérea que apenas o fungicida diferiu entre as variedades, com valores de 1,3 g (Cara larga) e 2,9 g (Orelha de vó) (Figura 2 C). Com isso, o fungicida reduziu o potencial germinativo das sementes, reduzindo os comprimentos da parte aérea para ambas as variedades.

Oliveira et al. (2021), observaram em sementes de leucena [*Leucaena leucocephala* (Lam.) Wit.] que houve um aumento nos valores de comprimento da parte aérea tratadas com diferentes concentrações de *S. cerevisiae*, indicando a ação da levedura como sendo uma promotora de crescimento induzindo indiretamente mecanismos que atuam na planta.

Os valores referentes a massa seca de raiz demonstraram diferença entre variedade, em que na concentração de 1,0 g/L para a variedade Cara larga, observou-se um valor médio de 0,20 g, sendo superior ao observado no fungicida com valor de 0,07 g, diferindo da testemunha (0,17 g (Figura 2 D). A concentração de 1,5 g/L apresentou diferença quando comparada entre variedades, com valores de 0,05 g (Cara larga) e 0,14 g (Orelha de vó) (Figura 2 D).

Estudos com *S. cerevisiae* em sementes de melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai], observou-se valores satisfatórios na concentração de 1,5 g/L para a variável massa seca de raiz, já os valores satisfatórios observados neste trabalho, se encontraram na concentração de 1,0 g/L para a mesma variável, tal fato demonstra a importância da pesquisa com uso de controle biológico, onde diferentes concentrações podem variar de resultados dependendo da cultura que está sendo aplicada, assim a qualidade de sementes desempenha papel importante, pelo aspecto de produção está inteiramente relacionada à capacidade da semente em desempenhar funções importantes como longevidade, germinação e vigor (TICO et al., 2022).

Figura 2 - Comprimento da parte aérea (CPA), raízes (CPR), massa seca da parte aérea (MSA) e raízes (MSR) oriundos de sementes de feijão-fava tratadas com *Saccharomyces cerevisiae*. Variedades ‘Cara Larga’ (̂c) e ‘Orelha de Vó’ (̂o). Testemunha (0 = água destilada esterilizada – ADE), Fc, Fo – Fungicida Captana (240 g 100 kg-1 de sementes) para ‘Cara Larga’ e ‘Orelha de Vó’, respectivamente. Médias com letras iguais na mesma concentração não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$) e * = média difere estatisticamente do fungicida pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.



Fonte: Autor, 2023.

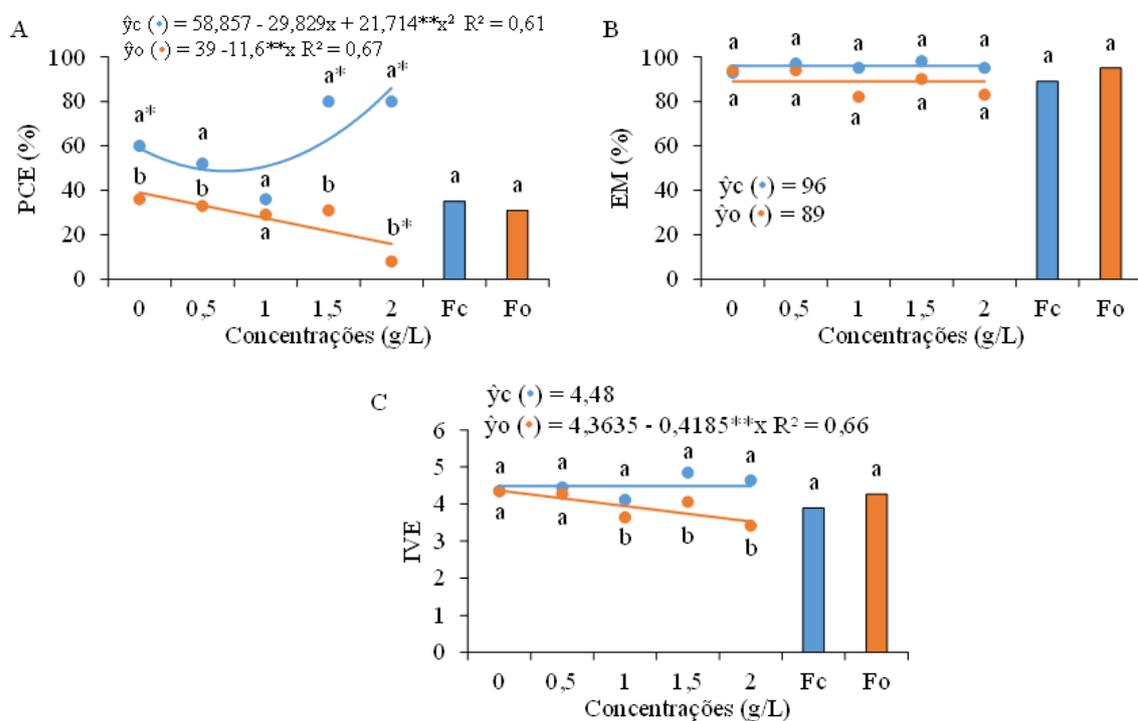
Na avaliação de emergência, o percentual de primeira contagem para a variedade Cara larga foram superiores nas concentrações de 1,5 g/L e 2,0 g/L, com 80%, as diferindo do fungicida que apresentou percentual de 35% (Figura 3 A). Para a variedade Orelha de vó, as mesmas concentrações apresentaram percentual de 31% e 8%, respectivamente, diferindo entre si e com a concentração 2,0 g/L diferindo do fungicida (31%) com um percentual menor (Figura 3 A).

Na análise do índice de velocidade e emergência as variedades diferiram entre si nas concentrações 1,0 g/L, 1,5 g/L e 2,0 g/L, com a Cara larga apresentando valores superiores de 4,1, 4,8 e 4,6, respectivamente e a Orelha de vó 3,6, 4,05 e 3,31, respectivamente (Figura 3 C). O percentual de sementes emergidas não apresentou diferença significativa (Figura 3 D).

Cruz et al. (2020) relatam que as concentrações de *S. cerevisiae* utilizadas no tratamento de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.), apresentaram percentuais de primeira contagem de emergência significativamente superiores aos do fungicida, corroborando com os

resultados encontrados no presente trabalho. Os autores ainda ressaltam que fertilizantes compostos por combinações de leveduras podem restaurar a sustentabilidade do ecossistema e melhorar a produtividade das terras agrícolas.

Figura 3 - Primeira contagem de emergência (PCE), emergência (EM) e índice de velocidade de emergência (IVE) oriundos de sementes de feijão-fava tratadas com *Saccharomyces cerevisiae*. Variedades ‘Cara Larga’ (\hat{y}_c) e ‘Orelha de Vó’ (\hat{y}_o). Testemunha (0 = água destilada esterilizada – ADE), Fc, Fo – Fungicida Captana (240 g 100 kg⁻¹ de sementes) para ‘Cara Larga’ e ‘Orelha de Vó’, respectivamente. Médias com letras iguais na mesma concentração não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$) e * = média difere estatisticamente do fungicida pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.



Fonte: Autor, 2023.

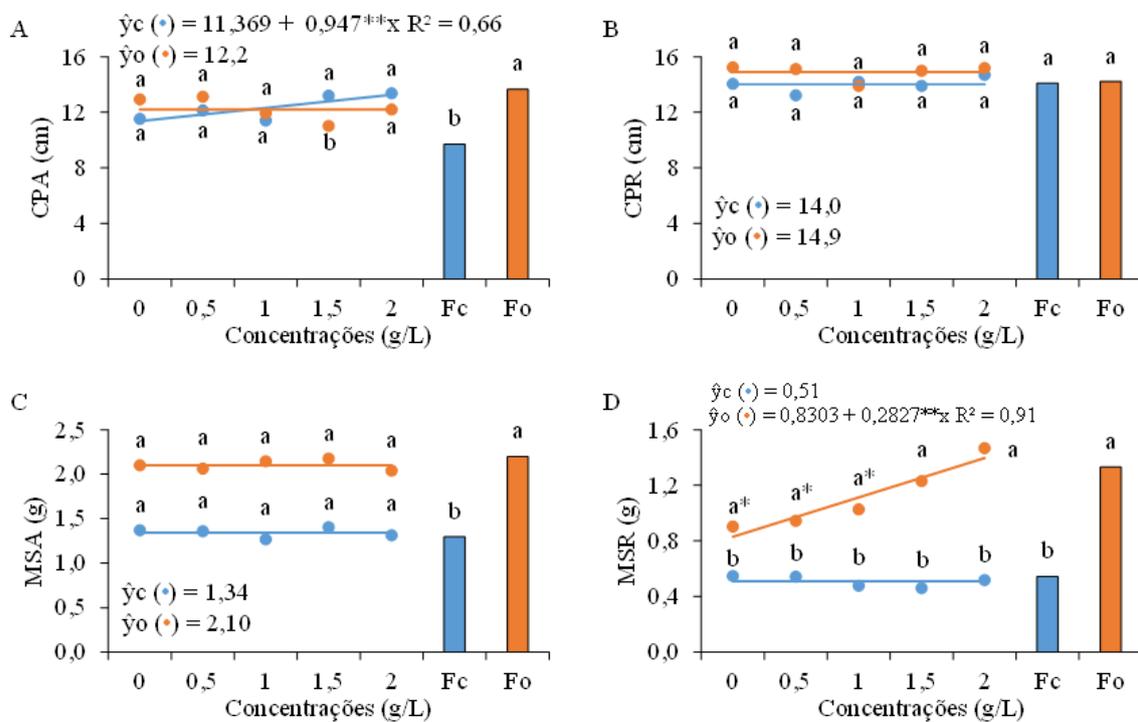
O comprimento de parte aérea apresentou diferença entre variedades, em que a concentração 1,5 g/L da variedade Cara larga (13,1 cm) foi superior que a Orelha de vó (11,02 cm), assim como o fungicida reduziu a média do comprimento da variedade Cara larga com valor de 9,6 cm diferindo da variedade Orelha de vó, que apresentou valor de 13,6 cm (Figura 4 A). O comprimento de raiz não apresentou diferenças significativas (Figura 4 B).

O fungicida apresentou uma redução na massa seca da parte aérea da variedade Cara larga (1,3 g), diferindo do mesmo tratamento com a variedade Orelha de vó (2,1 g), podendo observar um efeito deletério do fungicida nas sementes tratadas (Figura 4 C). No que se refere a massa seca de raiz, à medida que aumentaram-se as concentrações, os valores da variedade

Orelha de vó também aumentaram, fazendo com que as concentrações 1,5 g/L (1,2 g) e 2,0 g/L (1,4 g) não apresentassem diferença significativa quando comparadas ao fungicida (1,3 g), todos os tratamentos diferiram entre as variedades (Figura 4 D).

As leveduras produzem importantes compostos bioativos, como os fitohormônios, aminoácidos, enzimas e vitaminas que atuam principalmente como bioestimuladores para as plantas (MUKHERJEE; SEN, 2015; CALIXTO, 2020).

Figura 4 - Comprimento da parte aérea (CPA), raízes (CPR), massa seca da parte aérea (MSA) e raízes (MSR) oriundos de sementes de feijão-fava tratadas com *Saccharomyces cerevisiae*. Variedades ‘Cara Larga’ (\hat{y}_c) e ‘Orelha de Vó’ (\hat{y}_o). Testemunha (0 = água destilada esterilizada – ADE), Fc, Fo – Fungicida Captana (240 g 100 kg⁻¹ de sementes) para ‘Cara Larga’ e ‘Orelha de Vó’, respectivamente. Médias com letras iguais na mesma concentração não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$) e * = média difere estatisticamente do fungicida pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.



Fonte: Autor, 2023.

De acordo com Gemin et al. (2018) a levedura pode ser uma ferramenta adequada para melhorar a qualidade das mudas com consequentes benefícios no campo, devido o potencial da *S. cerevisiae* promovendo crescimento de mudas de tomate (*Solanum lycopersicum*) sob sistema orgânico, sem a utilização de fontes sintéticas, destacando que *S. cerevisiae* tem se mostrado eficiente na promoção do crescimento de plantas, por atuarem no metabolismo vegetal.

4 CONCLUSÃO

As concentrações de *S. cerevisiae* foram eficientes na redução da incidência de *Aspergillus* spp., *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., na variedade Cara larga e *Fusarium* sp., na variedade Orelha de vó de feijão-fava;

As sementes da variedade Cara larga tratadas com *S. cerevisiae* apresentaram maior comprimento da parte aérea quando comparadas ao fungicida. No teste de emergência, o maior percentual de primeira contagem de emergência da variedade Cara larga foi nas concentrações de 1,5 g/L e 2,0 g/L de *S. cerevisiae*. Para massa seca de raiz, a variedade Orelha de vó demonstrou comportamento semelhante ao fungicida, nas concentrações de 1,5 g/L e 2,0 g/L de *S. cerevisiae*;

A *S. cerevisiae* se apresentou eficiente no tratamento de sementes, que permitem utilizá-la como forma de substituição ao uso do fungicida.

REFERÊNCIAS

- AVELINO, L. D.; PORTELA, G. L. F.; GIRÃO FILHO, J. E.; MELO JUNIOR, L. C. Repelência de óleos essenciais e vegetais sobre pulgão-preto *Aphis craccivora* Koch na cultura do feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 1, p. 21-26, 2019.
- BEZERRA, M. C. L., GOMES, R. D. S. S., CARVALHO, T. K. N., RODRIGUES, R. M., SILVA, T. B. M., & MEDEIROS, J. G. F. Redução de fungos e qualidade fisiológica de sementes de milho inoculadas com *Trichoderma harzianum*. **Nativa**, v. 10, n. 1, p. 69-73, 2022.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, p. 399, 2009.
- CALIXTO, G. B. **Leveduras no controle de *Colletotrichum truncatum* e seu efeito na produtividade da soja**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, p. 36, 2020.
- CERUTTI, P.; CARBONARI, L. T. S.; BENATO, F. R.; SCHWARZER, P. A.; VELHO, H. S.; NASCIMENTO, M.; SOUZA, L. S. Potencial agrônômico de linhagens de feijão para qualidade de sementes e rendimento de grãos. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 44, n. 4, p. 278-284, 2021.
- CRUZ, J. M. F. D. L.; MEDEIROS, E. C. D.; FARIAS, O. R. D.; SILVA, E. C. D.; NASCIMENTO, L. C. D. Microbiolization of organic cotton seeds with *Trichoderma* sp. and *Saccharomyces cerevisiae*. **Journal of Seed Science**, v. 42, 2020.
- GEMIN, L. G.; DATSCH, R.; MÓGOR, Á. F.; & MÓGOR, G. Biofertilizer effect of yeast fermented broth on organic tomato seedlings. **Revista de ciências agrárias**, v. 41, n. 2, p. 424-431, 2018.
- GRANJA, M. B.; VITORINO, P. J. P.; OLIVEIRA SOUSA, V. F.; RODRIGUES, M. H. B. S.; DINIZ, G. L.; ANDRADE, F. H. A.; NOBRE, R. G. Variedades de feijão-fava submetidas à níveis de salinidade e adubação orgânica. In: **Colloquium Agrariae**. ISSN: 1809-8215. p. 104-114, 2019.
- HELING, A. L.; KUHN, O. J.; STANGARLIN, J. R.; HENKEMEIER, N. P.; COLTRO-RONCATO, S.; GONÇALVES, E. D. V. Controle biológico de antracnose em pós-colheita de banana “Maçã” com *Saccharomyces* spp. **Summa Phytopathologica**, v. 43, p. 49-51, 2017.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de Feijão-fava**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/fava/br>>. Acesso em: 20 Mar. 2023.
- LOPES, M. R.; KLEIN, M. N.; FERRAZ, L. P.; SILVA, A. C.; KUPPER, K. C. *Saccharomyces cerevisiae*: a novel and efficient biological control agent for *Colletotrichum acutatum* during pre-harvest. **Microbiological research**, v. 175, p. 93-99, 2015.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2020. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br>. Acesso em: 28 Maio. 2023.

MUKHERJEE, S.; SEN, S. K. Exploration of novel rhizospheric yeast isolate as fertilizing soil inoculant for improvement of maize cultivation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 95, n. 7, p. 1491–1499. 2015.

OLIVEIRA, A. K. A.; SILVA, A. F.; RODRIGUES, A. A. M.; GOMES, R. D. S. S.; SILVA, H. F.; NASCIMENTO, L. C. Tratamento biológico sobre sementes de leucena. **Acta Biológica Paranaense**, v. 50, n. 1-4, p. 151-161, 2021.

OLIVEIRA, J. C.; SALES, J. F.; RUBIO-NETO, A.; SILVA, C. F.; SOARES, M. A.; SILVA, F. G. Biological control in the germination of seeds from two species native of the Cerrado region. **Brazilian Journal of Biology**, v. 81, p. 105-113, 2020.

R Core Team (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>

SILVA, M. G. N.; MEDEIROS, J. G. F.; DEMARTELAERE, A. C. F.; SILVA, T. B. M.; MACÊDO RODRIGUES, R.; SILVA, J. V. B.; PRESTON, H. A. F.; SANTOS FEITOSA, S. Extratos vegetais de angico e pau-ferro no controle de fitopatógenos e na fisiologia de sementes de soja. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 63012-63024, 2020.

SEIFERT, K.; MORGAN-JONES, G.; GAMS, W.; KENDRICK, B. The genera of Hyphomycetes. **CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre**, Utrecht, p. 866. 2011.

TICO, B. M.; MELLO OLIVEIRA, M. D.; SILVA, H. F.; SILVA, E. C.; PORCINO, M. M.; NASCIMENTO, L. C. Controle alternativo e biológico de patógenos em sementes de melancia. **Scientia Plena**, v. 18, n. 7, p. 12, 2022.