



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ – UESPI  
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA  
CAMPUS CERRADO DO ALTO PARNAÍBA



AILA DOURADO DINIZ

**INTERFERÊNCIA DO TRATAMENTO FÍSICO E QUÍMICO NA FISIOLOGIA E  
SANIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-FAVA**

URUÇUÍ-PI  
2023

AILA DOURADO DINIZ

**INTERFERÊNCIA DO TRATAMENTO FÍSICO E QUÍMICO NA FISIOLOGIA E  
SANIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-FAVA**

Monografia apresentada à universidade Estadual do Piauí, como parte das exigências para obtenção do título de “Bacharelado em Engenharia Agronômica”

Área de concentração: Fitotecnia

Orientadora: Marlei Rosa dos Santos

URUÇUÍ-PI  
2023

D585i Diniz, Aila Dourado.

Interferência do tratamento físico e químico na fisiologia e sanidade  
de sementes de feijão-fava / Aila Dourado Diniz. – 2023.

35 f.

Monografia (graduação) – Bacharelado em Engenharia Agronômica,  
Universidade Estadual do Piauí, 2023.

“Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Marlei Rosa dos Santos.”

1. Phaseolus lunatus. 2. Patógeno. 3. Fungicida. 4. Sanidade.  
5. Feijão-fava. I. Santos, Marlei Rosa dos. II. Título.

CDD: 635.652

AILA DOURADO DINIZ

**INTERFERÊNCIA DO TRATAMENTO FÍSICO E QUÍMICO NA FISIOLOGIA E  
SANIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-FAVA**

Monografia apresentada à Universidade Estadual do Piauí, como parte das exigências para obtenção do título de “Bacharelado em Engenharia Agronômica”.

APROVADA:03/07/2023

BANCA EXAMINADORA:

---

Profª. Dra. Marlei Rosa dos Santos  
Orientadora - UESPI/CCAP

---

Prof. Dr. Tadeu Barbosa Martins Silva  
UESPI/CCAP

---

Profª. Dra. Thamires Kelly Nunes Carvalho  
UFPI/CPCE

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pela minha vida, por me permitir saúde e determinação para não desaninar durante a execução deste trabalho, e por me manter firme e superar todos os obstáculos encontrados ao longo do curso.

Em especial a minha mãe Dilma Farias Dourado, que sempre esteve ao meu lado nas horas mais difíceis e felizes da minha vida, pelo seu esforço imenso para a realização deste sonho, que apesar de tantas dificuldades enfrentadas nunca deixou de acreditar em mim. Tenho muito orgulho de você e serei eternamente grata por tudo que fez para garantir o meu melhor.

Ao Tiago de Oliveira Leite, pelo amor e carinho, por fazer meus dias de Universidade mais leves e alegres, por nunca ter soltado a minha mão e ser minha maior base de apoio e ter acreditado em mim, quando nem mesmo eu achei que seria possível.

Em particular às minhas irmãs de alma que aqui encontrei, Eliane Rodrigues Veloso e Leilane Pereira do Nascimento, que foram meu abrigo, que nunca soltaram minha mão, e tornaram meus dias longe de casa melhores, saiba que serei eternamente grata e feliz por tudo que vivemos, e as levarei para sempre em meu coração, a minha graduação se tornou melhor graças a vocês.

Aos meus amigos e colegas de sala de aula Willian Gomes, Rayara Rocha, Arce Santos, Mylena Sousa, João Davi, Inaria Costa, Isalane Gomes, que sempre estiveram ao meu lado.

A professora orientadora Dra. Marlei Rosa dos Santos, pela orientação do trabalho, agradeço pela dedicação e contribuição.

A todos os profissionais da UESPI, Campus Cerrado do Alto Parnaíba, que contribuiram de alguma maneira para a minha formação. E pelo imenso prazer de ter conhecido Sr. Edmundo e a Amuriel, que dentro desta instituição são um exemplo de humildade.

## RESUMO

Os métodos de tratamento físico de sementes de feijão-fava (*Phaseolus lunatus L.*), que utiliza a radiação como agente de controle de microrganismos, é uma alternativa promissora aos métodos químicos, visando a sustentabilidade ambiental. A eficácia da radioterapia no controle de fitopatógenos em sementes de outras espécies já foi evidenciada em pesquisas. Portanto, o objetivo desse trabalho foi determinar a eficiência de tratamentos de sementes de feijão-fava com fungicidas, e tratamento físico com a utilização de ondas eletromagnéticas na qualidade fisiológica e sanitária. O experimento foi conduzido no laboratório de sementes e na casa de propagação de plantas da Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Uruçuí – PI. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 4 repetições e 19 tratamentos: T1 – Testemunha; T2 - Tratamento Químico com fungicidas: Derosal® Plus ; T3 - Tratamento Químico com fungicidas: Maxim Advanced® e os tratamentos Físicos: T4 - exposição à radiação (20" em camada única (CU); T5 - exposição à radiação (20" toda as sementes de uma só vez (TODA); T6 - exposição à radiação (40" CU); T7 - exposição à radiação (40" TODA); T8 - exposição à radiação (60" CU); T9 - exposição à radiação (60" TODA); T10 - exposição à radiação (1'20" CU); T11 - exposição à radiação (1'20" TODA); T12 - exposição à radiação (1'40" CU); T13 - exposição à radiação (1'40" TODA); T14 - exposição à radiação (2' CU); T15 - exposição à radiação (2' TODA); T16 - exposição à radiação (2'20" CU); T17 - exposição à radiação (2'20" TODA); T18 - exposição à radiação (2'40" CU); T19 - exposição à radiação (2'40" TODA). Após os tratamentos, as sementes foram submetidas às seguintes avaliações: teor de umidade, germinação, emergência em campo, índice de velocidade de emergência (IVE) e sanidade. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias dos tratamentos foram feitas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Nas condições na qual o experimento foi conduzido e avaliado o tratamento com fungicida Maxim Advanced® apresentou melhor resultado com maior índice de velocidade de emergência em campo e porcentagem de plantas normais e menor porcentagem de plantas anormais e doentes e sementes não germinadas. Os dois tratamentos químicos foram eficientes no controle dos fungos e alguns tratamentos físicos apresentaram pequena redução na porcentagem de fungos em comparação com a testemunha. Nas condições estudadas o tratamento físico com o micro-ondas em diferentes tempos, não mostraram efeitos positivos no controle de agentes patogênicos nas sementes de feijão-fava. Recomenda-se a realização de experimentos com outras potências e tempos para verificar a eficiência no controle de fungos de sementes de feijão-fava com menores concentrações de químicos associados às doses de radiação.

**Palavra-chave:** *Phaseolus lunatus*, patógeno, fungicida, micro-ondas, sanidade

## ABSTRACT

The methods of physical treatment of lima bean (*Phaseolus lunatus L.*) seeds, utilizing radiation as a control agent of micro-organisms is a promising alternative to chemical methods, aiming at environmental sustainability. The efficacy of radio therapy in phytopathogen control in seeds of other species has been shown in research. Thus, this work aimed to determine the efficiency of treatments of lima bean seeds with fungicide, and physical treatment using electromagnetic waves on the physiological and health quality. The experiment was carried at the Seed Laboratory and Plant Propagation Sector of the Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Uruçuí – PI. The experiment was developed in a randomized block design with 4 repetitions and 19 treatments: T1 – Control; T2 – Chemical treatment with pesticides: Derosal® Plus; T3 – Chemical treatment with pesticides: Maxim Advanced® and Physical treatments: T4 – exposure to radiation (20" in a single layer (SL); T5 – exposure to radiation (20" all the seeds onlonce (TODA); T6 – exposure to radiation (40" SL); T7 – exposure to radiation (40" TODA); T8 – exposure to radiation (60" SL); T9 – exposure to radiation (60" TODA); T10 – exposure to radiation (1'20" SL); T11 – exposure to radiation (1'20" TODA); T12 – exposure to radiation (1'40" SL); T13 – exposure to radiation (1'40" TODA); T14 – exposure to radiation (2' SL); T15 – exposure to radiation (2' TODA); T16 – exposure to radiation (2'20" SL); T17 – exposure to radiation (2'20" TODA); T18 – exposure to radiation (2'40" SL); T19 – exposure to radiation (2'40" TODA). After the treatments, the seeds were submitted to the following evaluations: humidity content, germination, emergence in the field, emergence velocity index (EVI) and health. The data obtained were submitted to analysis of variance and comparison of the means of the treatments was made by the Tukey Test at 5% probability. Under the conditions the experiment was conducted and evaluated, the treatment using the fungicide Maxim Advanced® presented the best result with higher emergence velocity index in the field and percentage of normal plants and lower percentage of abnormal and unhealthy plants and non-germinated seeds. The two chemical treatments were efficient in fungus control and some physical treatments presented a small reduction in the percentage of fungi, compared to the control. Under the conditions studied, the physical treatment using micro waves at different times did not show positive effects in the control of pathogenic agents in lima bean seeds. Further experiments using other concentrations and times are recommended to verify the efficiency of fungus control in lima bean seeds using lower concentrations of chemicals associated with the radiation dosages.

**Keywords:** *Phaseolus lunatus*, pathogen, fungicide, micro-waves, seed health.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dados de precipitação, temperatura máxima e mínima e umidade relativa do ar, no período de 15 de fevereiro a 27 de março de 2023, no município de Uruçuí-PI ...	16
Figura 2 – Teor de umidade: A) peso inicial da amostra de semente e B) amostras na estufa a 105+3 °C. Uruçuí-PI, UESPI, 2023 .....	17
Figura 3 – Tratamento das sementes de feijão-fava: A) retirada do fungicida com uma seringa de cinco mL e B) sementes tratadas armazenadas em temperatura ambiente, pelo período de 30 dias. Uruçuí-PI, UESPI, 2023 .....	19
Figura 4 – Teste de germinação: A) distribuindo as sementes no papel germitest umedecido e B) avaliação da primeira contagem da germinação. Uruçuí-PI, UESPI, 2023 .....	20
Figura 5 – Teste de sanidade “blotter test”: A) incubação das sementes por sete dias; B) sementes com fungo sem tratamento químico (testemunha) e C) sementes tratadas com químico livre de fungos. Uruçuí – PI, UESPI, 2023 .....	20
Figura 6 – Teste de emergência: A) semeadura nos sulcos; B) contagem da porcentagem de plântulas emergidas para determinar o IVE; C) retiradas das plantas para avaliação e D) avaliação das plantas aos 10 dias após a semeadura. Uruçuí – PI, UESPI, 2023 ...	21
Figura 7 - Porcentagem de sementes infectadas por: A) <i>Aspergillus</i> spp.; B) <i>Fusarium</i> sp.; C) <i>Penicillium</i> sp.; D) <i>Phomopsis</i> sp.; E) <i>Alternaria</i> sp. e F) <i>Phoma</i> sp e <i>Cercospora kikuchii</i> , logo após os tratamentos e aos 30 dias de armazenamento. T1 – Testemunha; T 2 - Químico Derosol® Plus; T3 - Químico Maxim Advanced®; T4 – Radiação 20” camada única (CU); T5 – Radiação 20” toda as sementes (TS); T6 – Radiação 40” CU; T7 – Radiação 40” TS; T8 – Radiação 60” CU; T9 – Radiação 60” TS; T10 – Radiação 1’20” CU; T11 – Radiação 1’20” TS; T12 – Radiação 1’40” CU; T13 – Radiação 1’40” TS; T14 – Radiação 2’ CU; T15 – Radiação 2’ TS; T16 – Radiação 2’20” CU; T17 – Radiação 2’20” TS; T18 – Radiação 2’40” CU e T19 – Radiação 2’40” TS .....	28

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Características dos produtos químicos utilizados no tratamento das sementes	18
Tabela 2 – Porcentagem de umidade de sementes de feijão-fava submetidas a diferentes tratamentos (tempo Zero) e após 30 dias de armazenamento .....	23
Tabela 3 – Porcentagem de vigor (primeira contagem da germinação) e germinação de sementes de feijão-fava, submetidas a diferentes tratamentos .....	25
Tabela 4 – Índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plantas normais (EMERG), plantas anormais e doentes (PLANDOE) e sementes não germinadas (SENG) de feijão-fava, submetidas a diferentes tratamentos e após 30 dias de armazenamento .....	26

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	9
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	10
<b>2.1 Objetivo geral .....</b>	10
<b>2.2 Objetivos específicos .....</b>	10
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	11
<b>3.1 Características gerais do feijão-fava .....</b>	11
<b>3.2 Principais doenças da cultura do feijão-fava .....</b>	12
<b>3.3 Tratamento de sementes .....</b>	14
<b>4 MATERIAL E METÓDOS .....</b>	16
<b>4.1 Local do experimento e obtenção das sementes .....</b>	16
<b>4.2 Avaliação inicial da qualidade das sementes .....</b>	16
<b>4.2.1 Peso de mil sementes .....</b>	17
<b>4.2.2 Teor de umidade .....</b>	17
<b>4.3 Delineamento experimental e tratamentos .....</b>	17
<b>4.4 Avaliações em laboratório .....</b>	19
<b>4.4.1 Germinação das sementes .....</b>	19
<b>4.4.2 Sanidade das sementes .....</b>	20
<b>4.5 Avaliações em campo .....</b>	21
<b>4.5.1 Emergência em campo .....</b>	21
<b>4.5.2 Índice de velocidade de emergência em campo .....</b>	21
<b>4.6 Análise estatística .....</b>	22
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	22
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	29
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	30

## 1 INTRODUÇÃO

O feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.), também conhecido popularmente como fava, fava-lima ou fava rajada, é uma espécie pertencente à família Fabaceae. Devido a sua alta fonte nutritiva de fornecimento de proteína vegetal, sendo essencial na alimentação humana, o *P. lunatus* é considerado umas das mais importantes leguminosas cultivadas em regiões tropicais, diminuindo a dependência quase que exclusivamente do grupo dos feijões carioca. O feijão-fava no Brasil é utilizado na forma de feijão mungo (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) cozido. Os grãos são mais ricos em proteínas do que os feijões comuns (AZEVEDO; FRANCO; ARAÚJO, 2003), ofertando todos os aminoácidos essenciais à dieta alimentar humana (CHELGUERRERO *et al.*, 2012).

Em comparação com os feijões comuns (*Phaseolus vulgaris* L.), as favas são consideradas mais resistentes à seca, umidade excessiva e ao calor, adaptando-se a diferentes condições ambientais (VIEIRA, 1992). Isso é importante, principalmente considerando que as mudanças climáticas poderão afetar o desenvolvimento e a produtividade da cultura. Essas mudanças vão interagir com a agricultura em duas frentes principais: a demanda crescente de alimentos e o cenário de aquecimento global e alteração dos padrões de precipitação pluviométrica (BORÉM; RAMALHO, 2011).

No Brasil, as pesquisas relacionadas à cultura do feijão-fava ainda estão em andamento, principalmente nas áreas de genética e melhoramento, por isso o conhecimento sobre suas propriedades e potencial agrícola são escassos, o que faz com que seu cultivo seja limitado. Geralmente é cultivada em consórcio com milho, mandioca ou mamona, para servir de suporte para as plantas, principalmente as de hábito de crescimento indeterminado.

Entre as razões para a carência de informações sobre essa espécie, estão a maior tradição de consumo dos feijões comuns (*P. vulgaris*) e caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e o sabor amargo do feijão-fava, devido a presença de toxinas (Ácido cianídrico - HCN). Além disso, não há variedades desenvolvidas e recomendadas para as regiões produtoras (DOMÍNGUEZ; JACOBO; ALEMÁN, 2002; SANTOS *et al.*, 2002; LEMOS *et al.*, 2004; GUIMARÃES *et al.*, 2007).

A cultura do feijão-fava é suscetível a diversos fungos patogênicos que podem afetar diretamente a produção de grãos. Entre eles, o mais importante é *Colletotrichum* sp., agente causador da antracnose, além de *Fusarium* spp., causador do apodrecimento das raízes e a murcha de *Fusarium*, que causam perdas significativas a cada ano, e requer métodos de controle eficazes (BARRETO; GOMES; NASCIMENTO, 2017). Esses fungos são principalmente transmitidos pelas sementes, trazendo como consequências a redução da germinação e do vigor

das sementes e em casos mais severos o damping off das plântulas que consiste no tombamento (LIMA, 2023). Assim, para o aumento da eficiência de cultivo do feijão-fava, é necessário o uso de tecnologias que permitam a produção de sementes de alta qualidade, visando ao uso dessa semente em um plantio sucessivo (RAISSE *et al.*, 2020; LIMA, 2023). Tornando assim, essencial o tratamento das sementes para o sucesso da cultura.

A eficácia no combate dos patógenos de sementes depende do método utilizado para o tratamento de sementes. Segundo Conceição *et al.* (2014), para serem considerados eficazes, os tratamentos devem proporcionarem proteção às sementes e mudas contra microrganismos fitopatogênicos e pragas, manter e melhorar a qualidade higiênico-fisiológica das sementes e maior uniformidade dos estandes de plantas, criando melhores condições para garantir a produtividade da cultura.

Para o controle de patógenos associados à semente, são utilizados geralmente três tipos de tratamentos: químico, incluindo o uso de produtos químicos artificiais nas sementes; biológico, que envolve a aplicação de microrganismos antagônicos aplicada aos patógenos presentes em sementes e o físico, que se baseia na exposição da semente ao calor ou outros agentes físicos controlados (MACHADO, 2000). O tratamento por micro-ondas é pouco utilizado nos processos em larga escala, por ainda ser considerado pouco familiar, porém, vem sendo aplicado com o intuito de combater a infestação de insetos e redução e contaminação por fungos e micróbios (PEREIRA, 2013). Lima (2023) observou-se que os períodos de exposição a ondas eletromagnéticas durante 10 a 80 segundos a 2,45 GHz foram eficazes na redução e erradicação dos fungos identificados em sementes de feijão-caupi. E não houve influência negativa destes tratamentos na qualidade fisiológica das sementes, mostrando-se como uma grande aliada para pequeno produtor, já que por sua vez é uma tecnologia de baixo custo, que pode ser testada em sementes de outras espécies.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Determinar a eficiência de tratamentos de sementes de feijão-fava com fungicidas e tratamento físico com a utilização de ondas eletromagnéticas na qualidade fisiológica e sanitária.

### 2.2 Objetivos específicos

Avaliar qual(ais) tratamentos foram mais eficientes no controle de incidências de fungos fitopatogênicos em sementes de feijão-fava.

Avaliar a influência dos tratamentos na qualidade fisiológica das sementes de feijão-fava.

Avaliar a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de feijão-fava após os tratamentos com produtos químicos e ondas eletromagnéticas e aos 30 dias de armazenamento.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Características gerais do feijão-fava

O feijão-fava (*P. lunatus* L.) é uma das cinco espécies cultivadas do gênero *Phaseolus*, apresenta hábito de crescimento determinado e indeterminado, suas raízes tem desenvolvimento mais rápido do que as do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*). Possui suas folhas trifoliadas, geralmente de coloração escura, mais resistente, as vagens são oblongas e recurvadas, coriáceas, pontiagudas, de coloração bege, verde e marrom, contendo de duas a quatro sementes com discrepância de cor, tegumento e tamanho (DIEGUES, 2014).

É uma planta autógama, com 10% de cruzamento natural, no Nordeste destaca-se como culturas de sequeiro, baixo uso de tecnologias, por agricultores familiares, sucedendo em baixos índices produtivos, e variação na produção (FRANCISCO *et al.*, 2020).

A inflorescência do feijão-fava é em forma de racemo, com variações de tamanho, a corola pode ter a coloração roxa, rosa, violeta, branca ou bicolor, pequenas em um tamanho de 10 mm (DIEGUES, 2014). O período de florescimento varia, particularmente em espécies que possuem o hábito de crescimento indeterminado, devido ao desenvolvimento abundante de nós e entre nós (OLIVEIRA; TORRES; BENEDITO, 2011).

Para produzir de maneira satisfatória, esta cultura necessita de condições edafoclimáticas, como o solo do tipo areno-argiloso, férteis, profundos, boa drenagem e pH próximo a neutralidade. É uma cultura flexível quando se trata de condições climáticas, tolerante à seca, ao excesso de umidade e calor, apresentando melhor desempenho em climas quentes e úmidos (GUIMARÃES *et al.*, 2007). Sendo bem adaptado e plantada no Nordeste brasileiro.

A temperatura ideal para seu desenvolvimento situa-se de 15 a 30 °C, enquanto, a precipitação pluviométrica mensal fica em torno de 100 a 150 mm, bem distribuída ao longo do ciclo, se tornando necessário a diminuição de precipitação nos períodos de maturação e colheita, o excesso de umidade nesse período pode prejudicar a qualidade de sementes e favorecer o desenvolvimento de doenças (RUFINO, 2008).

O feijão-fava (*P. lunatus*), é um grão altamente nutritivo, rico em proteínas e uma excelente alternativa ao feijão comum (*P. vulgaris*), especialmente em regiões com condições climáticas adversas como o Nordeste brasileiro. É uma leguminosa com teor de proteína mais

alto do que a maioria das outras leguminosas, apresenta também alto teor de fibras que auxilia no bom funcionamento do sistema digestivo e no controle dos níveis de colesterol e glicose no sangue. Rica em vitaminas e minerais, contém vitaminas do complexo B, ferro, cálcio, potássio, fósforo e manganês. Apesar de suas vantagens, seu consumo enfrenta resistência devido a hábitos alimentares tradicionais com maior consumo de feijão comum (PEDROSO, 2012).

Para o sucesso da lavoura e maiores produtividades além das condições climáticas adequadas necessita-se a utilização de sementes de alto vigor e qualidade fisiológica e sanitária. A produtividade do feijão-fava pode diminuir devido à infestação de pragas e a falta de tecnologia moderna (ASSUNÇÃO *et al.*, 2011). A cultura apresenta baixa produtividade em decorrência dos danos provocados por doenças em campos de produção e à escassez de pesquisas e atividades de extensão, limitando o conhecimento sobre as características agronômicas e potenciais da cultura (GOMES *et al.*, 2010).

### **3.2 Principais doenças da cultura do feijão-fava**

Na última década, estudos foram realizados em vários aspectos da cultura do feijão-fava, incluindo a identificação da etiologia da doença, principalmente a viral e fúngica. Sendo muitas dessas doenças consideradas fatores de risco que afetam a quantidade e a qualidade do feijão-fava brasileiro (GOMES *et al.*, 2015).

As sementes podem transportar inóculo do patógeno e dar origem a epidemias em áreas agrícolas isenta, seja na sua superfície, interior ou misturados às mesmas, apresentando-se nas mais variadas formas de propagação, estruturas de resistência específicas dos diversos grupos de fungos, bactérias, nematoides e vírus (SANTOS; PARISI; MENTEM, 2011, MACHADO *et al.*, 2012). O estudo em questão focará apenas as doenças fúngicas.

Dentre as doenças fúngicas, a antracnose é causada pelo fungo *Colletotrichum truncatum* (Schwein.) Andrus & W.D. Moore, que é frequentemente encontrado nos plantios de feijão-fava do Brasil, especialmente na região Nordeste (BITENCOURT; SILVA, 2010).

Em estudos de identificação e de patogenicidade de *Colletotrichum spp.* associados à antracnose do feijão-fava, identificaram-se mais seis espécies: *C. Cliviae* e *C. fructicola* (SOUSA *et al.*, 2018), *C. brevisporum*, *C. lobatum*, *C. musicola* e *C. plurivorum*, além de cinco novas linhagens. Dentre estas espécies, *C. truncatum* foi a que apresentou maior prevalência (58%), seguido de *C. plurivorum* (21%), em propriedades de quatro estados do Nordeste brasileiro (CAVALCANTE *et al.*, 2019).

Os sintomas causados por *C. truncatum* em feijão-fava são mais severos que aqueles causados pelas demais espécies de *Colletotrichum* (CAVALCANTE *et al.*, 2019; SOUSA *et*

al., 2018). Manchas vermelhas aparecem no hipocótilo posterior da placa foliar e lesões da mesma cor aparecem nas nervuras na face abaxial das folhas, sobre hastes e pecíolos jovens. À medida que a doença avança, as folhas secam e caem. Sintomas necróticos também são observados nos ramos, pecíolos e caule. Nas vagens, as lesões são pontuadas, grandes, avermelhadas, com formação de acérvulos fúngicos, de aspecto esbranquiçado e numerosas flechas (NOETZOLD *et al.*, 2014).

A doença chamada como podridão de carvão ou podridão cinzenta do caule, causada por *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid., foi relatada pela primeira vez em feijão-fava no Brasil por Sousa *et al.* (2017a). Este patógeno é considerado mais devastador em regiões tropicais e subtropicais, especialmente nos climas áridos e semiáridos do Nordeste do Brasil. Esta doença se tornou generalizada em muitas partes do mundo por ser de difícil controle e causar redução do crescimento das plantas no campo, má qualidade das sementes, morte das plantas e amadurecimento prematuro (LODHA; MAWAR, 2020; MOTA *et al.*, 2019).

Murcha de fusário, há registro de *Fusarium falciforme* (FSSC 3+4) provocando podridão de raiz e murcha em feijão-fava no Estado do Piauí (SOUSA *et al.*, 2017b). Falciforme é uma espécie clinicamente importante, que pode ser comum em ambientes agrícolas, incluindo aqueles associados à soja e outras culturas importantes como cebola, mamão, tomate, milho e feijão (CHITRAMPALAM; NELSON, 2016).

Podridão do colo, doença causada por *Sclerotium rolfsii* Sacc., os sintomas da doença assemelham-se aos observados em outras Fabaceae; aparecem inicialmente no colo da planta, como manchas escuras e encharcadas, estendendo-se pela raiz principal e produzindo podridão. É comum a ocorrência de micélio fúngico branco, e ter como consequência o aparecimento de escleródios brancos quando imaturos, tornando-se marrom-escuros na maturidade (AMORIM; REZENDE; CAMARGO, 2016). Dois genótipos de feijão-fava, dentre 50 avaliados, apresentaram elevada resistência contra 11 isolados de *S. rolfsii*, constituindo fontes promissoras de resistência à podridão do colo (SILVA *et al.*, 2014).

A utilização de sementes sadias e o uso de cultivares resistentes tem sido a estratégia mais efetiva para controle de doenças de plantas (CIANCHETTA; DAVIS, 2015; ARAÚJO *et al.*, 2016). O uso de cultivares resistentes é um dos métodos de controle de fitopatógenos com resultados mais promissores e de grande importância no manejo integrado de doenças, visto que apresenta moderado impacto ambiental e baixo custo (COSTA *et al.*, 2009). Apesar disso, poucas pesquisas apontam resistência entre genótipos de feijão-fava à antracnose (CAVALCANTE *et al.*, 2012; SANTOS *et al.*, 2015).

Enquanto o melhoramento genético do feijão-fava não avança para introduzir cultivares

resistentes as principais doenças da cultura o tratamento de sementes torna alternativas promissoras para evitar a propagação das doenças transmitidas por sementes.

### 3.3 Tratamento de sementes

O controle químico, normalmente tem sido a principal estratégia utilizada no tratamento de doenças de plantas (DOMENE *et al.*, 2016), porém, no controle do *C. truncatum*, são indicados apenas os produtos Tiofanato-metílico para o feijão vagem (*Vigna unguiculata L.*) e Carbendazim para o feijão comum (*Phaseolus vulgaris L.*). Não se encontram produtos registrados para doenças em feijão-fava (AGROFIT, 2023). Porém, diversos ingredientes ativos e produtos comerciais são recomendados para o *P. vulgaris*, e com base em pesquisas da Embrapa esses produtos registros no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), podem ser utilizados na cultura do feijão-fava.

Diversos produtos contendo moléculas indutoras de resistência ou análogas já foram desenvolvidos, tais como: Agro-mos®, Bion®, Ecolife® e outros constituídos de Silício (Si), como Agrosilício Plus® e Rocksil®, estão sendo estudados (JUNQUEIRA *et al.*, 2011; GOMES; NASCIMENTO, 2018). Eles atuam proporcionando rápida assimilação de nutrientes disponíveis, aumentando a produção de massa vegetal e dessa forma incrementam a resistência da planta aos patógenos (TECNOBIOL SA, 2005).

Na região de Uruçuí encontrou-se disponíveis dois produtos químicos registrado para tratamento de sementes de feijão e controlam mais de um patógeno segundo as recomendações contidas nas respectivas bulas. Derosal® Plus registrado para o controle da Antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e Podridão-radicular (*Rhizoctonia solani*) e o Maxim Advanced® registrado para o controle da Podridão de Fusarium (*Fusarium pallidoroseum*), Antracnose (*C. lindemuthianum*), Tombamento (*Aspergillus* spp.) e fungo-de-armazenamento (*Penicillium* spp.).

Por outro lado, a procura por métodos alternativos tem recebido atenção mundial, por causarem menos impacto ao meio ambiente em decorrência de sua origem, sejam estes provenientes de fonte natural, como os extratos vegetais e os óleos essenciais, usando processamento assépticos (PINHEIRO *et al.*, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2017, CARVALHO, 2021).

Tais alternativas de controle devem ser estudadas a fim de promover a redução da intensidade de doenças nas plantas cultivadas. Frente às alternativas de manejo de doença, têm-se o uso de indutores de resistência de plantas, que se vislumbra exitosa por ser uma ferramenta efetiva contra diversos patógenos (DAROLT, 2016). Esse manejo pode ser adotado também no

manejo de doenças do feijão-fava.

Outro tratamento alternativo é o físico, sendo o calor o mais utilizado, com equipamento para aquecimento rápido de qualquer tipo de material que tenha água em sua composição. Trata-se de expor as sementes, sejam elas secas ou úmidas, a uma temperatura ideal que seja letal aos patógenos sem causar danos às sementes. Entre os métodos utilizados estão a imersão das sementes em água aquecida, fluxo de vapor, uso de calor seco e tratamento solar (GRONDEAU; SAMSON, 1994). Embora eficaz na erradicação de agentes patogênicos, sua eficiência está diretamente relacionada com o conhecimento da sensibilidade diferencial ao estresse térmico entre a semente e o patógeno. Nesse caso, o período ideal de tratamento físico na semente é aquele em que o patógeno pode ser controlado sem comprometer a qualidade fisiológica da semente (FRANÇOSO; BARBEDO, 2014).

Com o aumento da preocupação com os possíveis perigos do tratamento químico de sementes, a terapia de calor tem ganhado espaço no controle de microrganismos transmitidos por sementes. O emprego de radiação de micro-ondas é conhecido e exposto por vários autores (WARCHALEWSKI; DOLINSKA. BLASZCZAK, 2007; LIMA, 2023). O tratamento com micro-ondas tem sido eficaz contra microrganismos transmitidos por sementes.

As micro-ondas se definem como ondas eletromagnéticas de alta frequência largamente utilizadas em muitas áreas da vida humana, fazem parte do espectro das radiações eletromagnéticas e compreendem frequências que variam de 300 MHz a 300 GHz, correspondendo a um comprimento de onda de 1 m a 1 mm. As radiofrequências como radiações eletromagnéticas não ionizantes, atuando por absorção no nível molecular, manifestando-se como energia vibracional ou calor ou causando efeitos biológicos, incluindo várias alterações genéticas. Porém, o mecanismo bioquímico pelo qual as radiações de micro-ondas afetam os sistemas biológicos dos organismos vivos não é totalmente compreendido e pode variar de acordo com a amplitude, a frequência e o ciclo de irradiação, vários experimentos de pesquisa mostraram que as micro-ondas podem afetar o crescimento e o desenvolvimento das plantas e a exposição prolongada à radiofrequência pode afetar a germinação das sementes (ABU-ELSAOUD, 2015).

Os efeitos biológicos dependem da intensidade e frequência do campo, formas de onda e duração da exposição. O prolongamento do tratamento com micro-ondas e o aumento da potência e da frequência das ondas, associados ao aumento da temperatura, geralmente resultam em deterioração da viabilidade das sementes. Em discordância, foi relatado por Santos *et al.* (2023), que o tratamento de micro-ondas aplicado corretamente pode melhorar significativamente a germinação de sementes e a emergência de plântulas.

Assim, a utilização de ondas eletromagnéticas do micro-ondas permitiu o controle eficiente da infecção fitopatogênica de sementes como, *Ascochyta lenti*s e *Botrytis cinerea* em lentilha, *Fusarium graminearum* em trigo, *Colletotrichum lindemuthianum* em feijão, *Fusarium* spp. e *Microdochium nivale* em trigo, e *Alternaria* spp. e *Ustilago nuda* em cevada (SZOPIŃSKA; DORNA, 2021). Os períodos de exposição a ondas eletromagnéticas durante 10 a 80 segundos a 2,45 GHz foram eficazes na redução e erradicação dos fungos *Aspergillus flavus*, *Colletotrichum* sp., *Rhizopus* sp., e *Chaetomium* sp. em sementes de feijão caupi (LIMA, 2023).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Local do experimento e obtenção das sementes

O experimento foi conduzido no laboratório de análise de sementes e na área experimental da Universidade Estadual do Piauí - UESPI, Campus Cerrado do Alto Parnaíba, Uruçuí-PI, localizado na região sul do estado do Piauí, latitude -07°13'46", longitude -44°33'22" e altitude 167 metros, os dados climáticos estão representados na Figura 1. Os experimentos foram realizados no período de 15 de fevereiro a 27 de março de 2023. As sementes de feijão-fava branca foram adquiridas de pequenos produtores da região.

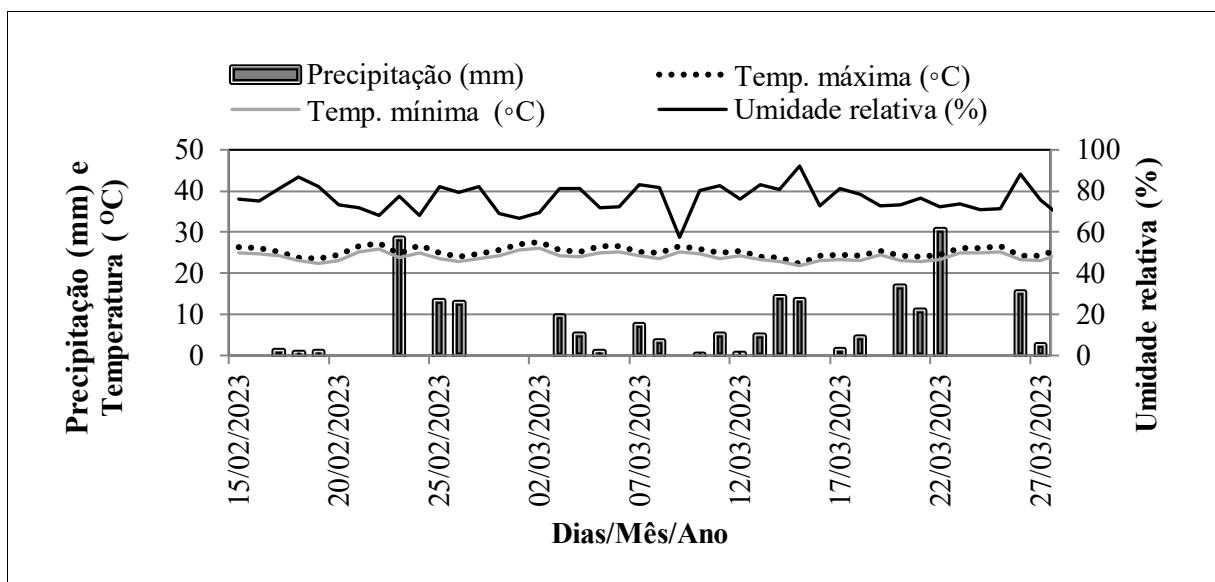


Figura 1 - Dados de precipitação, temperatura máxima e mínima e umidade relativa do ar, no período de 15 de fevereiro a 27 de março de 2023, no município de Uruçuí-PI. Fonte: INMET, <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>.

### 4.2 Avaliação inicial da qualidade das sementes

Inicialmente determinou-se o peso de mil sementes (PMS) e teor de umidade (Figura 2).

#### 4.2.1 Peso de mil sementes

Determinou-se o peso de mil sementes (PMS), como informação adicional a qualidade das sementes, usando oito subamostras com 100 sementes, que foram pesadas em balança analítica digital com sensibilidade de 0,001 g, conforme as regras de Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009a). As sementes de feijão-fava branca apresentaram o PMS de 597,40 g.



Figura 2 – Teor de umidade: A) peso inicial da amostra de semente e B) amostras na estufa a 105+3 °C. Uruçuí-PI, UESPI, 2023.

#### 4.2.2 Teor de umidade

O teor de umidade das sementes foi determinado pelo método de estufa a 105±3 °C por 24 h, conforme as RAS (BRASIL, 2009a). Os dados foram expressos em porcentagem de umidade na base do peso úmido, utilizando a seguinte formula:

$$\% \text{ de Umidade} = \frac{P_i - P_f}{P_i - t} \times 100$$

Onde:

$P_i$  = Peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida;

$P_f$  = Peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca;

$t$  = Tara, peso do recipiente com sua tampa.

#### 4.3 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições e 19 tratamentos.

As sementes inicialmente avaliadas foram submetidas aos seguintes tratamentos: T1 – Testemunha (sementes sem tratamento); T2 - Tratamento Químico com fungicidas: Derosal®

Plus (3 mL/Kg de sementes); T3 - Tratamento Químico com fungicidas: Maxim Advanced® (1,25 mL/Kg de sementes); T4 - Físico – exposição à radiação (20" em camada única, sem sobreposição de sementes (CU)); T5 - Físico – exposição à radiação eletromagnética (20" toda as sementes de uma só vez (TODA)); T6 - Físico – exposição à radiação eletromagnética (40" CU); T7 - Físico – exposição à radiação eletromagnética (40" TODA); T8 - Físico – exposição à radiação eletromagnética (60" CU); T9 - Físico – exposição à radiação eletromagnética (60" TODA); T10 - Físico – exposição à radiação eletromagnética (1'20" CU); T11 - Físico – exposição à radiação eletromagnética (1'20" TODA); T12 - Físico – exposição à radiação eletromagnética (1'40" CU); T13 - Físico – exposição à radiação eletromagnética (1'40" TODA); T14 - Físico – exposição à radiação eletromagnética (2' CU); T15 - Físico – exposição à radiação eletromagnética (2' TODA); T16 - Físico – exposição à radiação eletromagnética (2'20" CU); T17 - Físico – exposição à radiação eletromagnética (2'20" TODA); T18 - Físico – exposição à radiação eletromagnética (2'40" CU); T19 - Físico – exposição à radiação eletromagnética (2'40" TODA).

Os tratamentos químicos foram realizados seguindo as recomendações de acordo com a Bula dos fabricantes de cada produto químico utilizado no tratamento das sementes feijão. Na tabela 1 estão as descrições e recomendações de cada produto.

Tabela 1 – Características dos produtos químicos utilizados no tratamento das sementes.

Nome comercial	Princípio ativo	Recomendação		Dose utilizada em 1,0 Kg	Calda utilizada em 1,0 Kg
		Dose	Volume de calda		
Derosal® Plus	Methyl benzimidazol-2-ylcarbamate (CARBENDAZIM); Tetramethylthiuram disulfide (TIRAM) e outros ingredientes	300 mL/100 Kg	600 mL/100 Kg	3 mL	6 Ml
Maxim Advanced®	Methyl N-methoxyacetyl-N-2,6-xylyl-D-alaninate (METALAXIL-M); 2-(thiazol-4-yl) benzimidazole (TIABENDAZOL; 4-(2,2-difluoro-1,3-benzodioxol-4-yl) pyrrole-3-carbonitrile (FLUDIOXONIL) e outros ingredientes	100 a 125 mL/100 Kg	500 mL/100 Kg	1,25 mL	6 mL

Logo após os tratamentos (Figura 3A), as sementes de cada tratamento foram divididas em duas partes uma foi avaliada imediatamente (tempo zero) e a outra foi armazenada pelo período de um mês em garrafas pet, no laboratório de sementes, sobre temperatura não controlada (Figura 3B). Após 30 dias retirou-se uma amostra de cada tratamento e repetição para avaliação da qualidade fisiológica e sanitária das sementes.



Figura 3 – Tratamento das sementes de feijão-fava A) retirada do fungicida com uma seringa de cinco mL e B) sementes tratadas armazenadas em temperatura ambiente, pelo período de 30 dias. Uruçuí-PI, UESPI, 2023.

#### 4.4 Avaliações em laboratório

Foram avaliadas inicialmente o teor de umidade e a porcentagem de germinação das sementes de feijão-fava branca. O teor de umidade foi avaliado seguindo a metodologia descrita no item 4.2.2.

##### 4.4.1 Germinação das sementes

O teste de germinação das sementes foi realizado apenas no tempo zero de armazenamento. Utilizou-se quatro repetições de 50 sementes, distribuídas uniformemente sobre duas folhas de papel germitest, umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes, o peso do papel seco (Figura 4A) e, coberto por mais uma folha, em seguida os papéis contendo as sementes foram enrolados. Os rolos foram mantidos em germinador à temperatura constante de 25 °C. Realizou-se duas avaliações, sendo a primeira com cinco dias (Figura 4B) e a segunda com nove dias após a semeadura (BRASIL, 2009a), considerando-se como germinadas as plântulas normais de cada repetição. Os dados foram expressos em porcentagem de vigor (%)

de plântulas normais na primeira contagem de germinação); germinação (somatório das porcentagens de plântulas normais obtidas na primeira e segunda avaliação); porcentagem de plântulas anormais; doentes e sementes mortas.



Figura 4 – Teste de germinação: A) distribuindo as sementes no papel germitest umedecido e B) avaliação da primeira contagem da germinação. Uruçuí-PI, UESPI, 2023.

#### 4.4.2 Sanidade das sementes

A qualidade sanitária das sementes foi avaliada pelo método do papel de filtro (blotter test), conforme prescrições do Manual de Análise Sanitária de Sementes (BRASIL, 2009b). Foram distribuídas uniformemente 16 sementes por repetição, sobre seis folhas de papel germitest umedecidas com água autoclavada, colocadas no interior de caixas gerbox (11,0 x 11,0 x 3,5 cm). Os gerbox contendo as sementes foram mantidos em germinadores na temperatura de 25 °C por 7 dias, após este período realizou-se a identificação dos fungos com auxílio de microscópio e determinou-se a porcentagem de sementes infectadas por fungos.

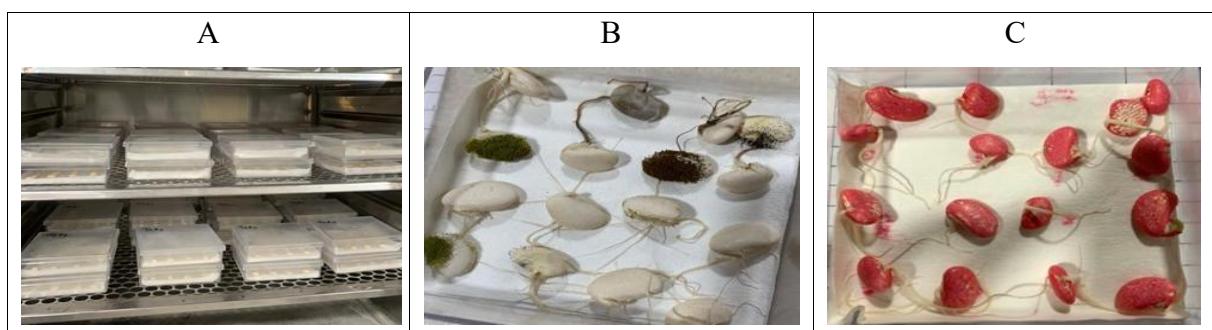


Figura 5 – Teste de sanidade “blotter test”: A) incubação das sementes por sete dias; B) sementes com fungo sem tratamento químico (testemunha) e C) sementes tratadas com químico livre de fungos. Uruçuí – PI, UESPI, 2023.

## 4.5 Avaliações em campo

### 4.5.1 Emergência em campo

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por tratamento. Sendo as sementes semeadas em sulcos a 3 cm de profundidade (Figura 6A). As avaliações foram realizadas 10 dias após a semeadura, quando as plântulas apresentaram o primeiro par de folha unifoliolada completamente abertas (Figura 6C e D). O preparo do solo foi realizado manualmente com o auxílio de enxada. A irrigação foi realizada com o auxílio de regadores, duas vezes ao dia, manhã e tarde. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

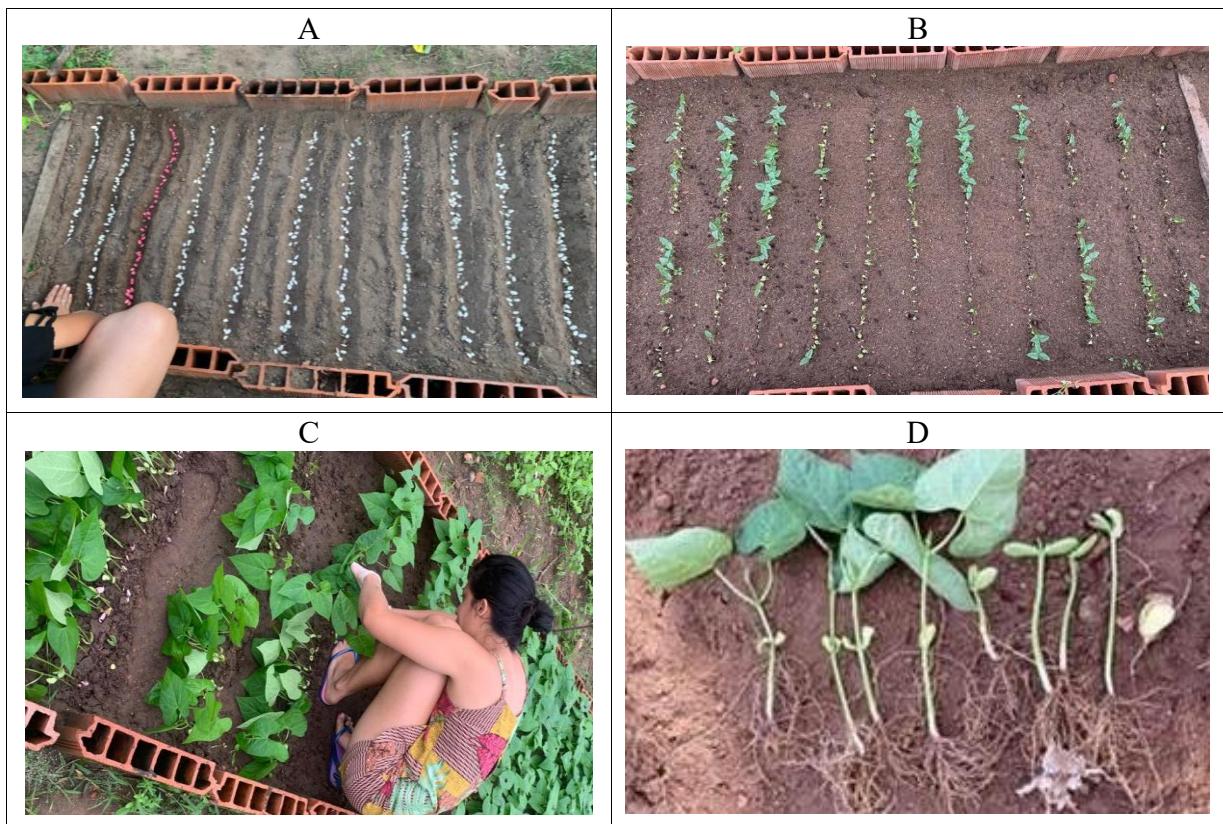


Figura 6 – Teste de emergência: A) semeadura nos sulcos; B) contagem da porcentagem de plântulas emergidas para determinar o UVE; C) retiradas das plantas para avaliação e D) avaliação das plantas aos 10 dias após a semeadura. Uruçuí – PI, UESPI, 2023.

### 4.5.2 Índice de velocidade de emergência em campo

Foi conduzido em conjunto com a emergência em campo, anotando-se diariamente a porcentagem de plântulas emergidas. Ao final do teste calculou-se o IVE, pela fórmula proposta por Maguire (1962), com adaptações:

$$\text{IVE} = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n}$$

Onde:

IVE = Índice de velocidade de emergência de plântulas;

E = Porcentagem de plântulas emergidas;

N = Número de dias após o plantio das sementes.

#### 4.6 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as comparações das médias de tratamento foram feitas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o software SISVAR, versão 5.6.

### 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância dos dados de teor de umidade das sementes de feijão-fava, mostraram efeito significativo para as variáveis tratamento e a interação entre tratamento x armazenamento ( $P \leq 0,01$  e  $P \leq 0,05$ , respectivamente) e não significativo para armazenamento (Tabela 2).

No tempo zero o tratamento com radiação 2' em camada única (CU) apresentou a maior porcentagem de umidade (13,58%), diferindo apenas das sementes da testemunha com 12,4% de umidade (Tabela 2). Aos 30 dias de armazenamento a maior umidade foi observada no tratamento com radiação 60" com todas as sementes, diferindo apenas da radiação 60" CU.

Observou-se que o teor de umidade das sementes teve em média uma pequena variação entre os tratamentos 1,18% (12,40 a 13,58%) no período zero de armazenamento e 1,15% (12,25 a 13,40%) aos 30 dias, esse fato é importante na execução dos testes, considerando-se que a uniformização do teor de umidade das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (SOARES *et al.*, 2010). Resultados semelhantes foram encontrados por Bertolin, Sá e Moreira (2011), ao avaliar a porcentagem de umidade em seis cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*), onde os valores de umidade variaram entre 11,45 e 13,85%, com média de 12,33%.

Segundo Bragantini (2005) a faixa de teor de umidade entre 11 e 13%, asseguram a maior qualidade das sementes de feijão, enquanto teores de umidade superiores a 13%, intensifica o processo de deterioração das mesmas. Dessa forma, observa-se o favorecimento da preservação da qualidade fisiológica das sementes, mesmo após 30 dias de armazenamento em alguns tratamentos. Por outro lado, Coimbra *et al.* (2007), também diz que o teor de água inicial das sementes é essencial para a padronização dos testes de avaliação da qualidade fisiológica a serem realizados, destacando que alto teor de água pode melhorar o desempenho

das sementes nos testes.

Tabela 2 – Porcentagem de umidade de sementes de feijão-fava submetidas a diferentes tratamentos (tempo Zero) e após 30 dias de armazenamento.

Tratamentos	Armazenamento (Dias)	
	Zero	30
T1 – Testemunha	12,40 bB	13,08 abA
T2 - Derosal® Plus	12,93 abA	13,15 abA
T3 - Maxim Advanced®	12,88 abA	12,98 abA
T4 – Radiação 20” CU	13,15 abA	13,45 aA
T5 – Radiação 20” TS	13,15 abA	12,98 abA
T6 – Radiação 40” CU	13,10 abA	13,18 abA
T7 – Radiação 40” TS	12,73 abA	13,23 abA
T8 – Radiação 60” CU	13,05 abA	12,25 bB
T9 – Radiação 60” TS	13,08 abA	13,40 aA
T10 – Radiação 1’20” CU	13,05 abA	13,23 abA
T11 – Radiação 1’20” TS	12,83 abA	13,08 abA
T12 – Radiação 1’40” CU	13,38 abA	13,28 abA
T13 – Radiação 1’40” TS	13,15 abA	12,78 abA
T14 – Radiação 2’ CU	13,58 aA	12,60 abB
T15 – Radiação 2’ TS	12,80 abA	12,70 abA
T16 – Radiação 2’20” CU	12,58 abA	12,60 abA
T17 – Radiação 2’20” TS	13,30 abA	13,28 abA
T18 – Radiação 2’40” CU	12,93 abA	12,93 abA
T19 – Radiação 2’40” TS	12,93 abA	12,90 abA
Médias	13,00	
CVa (%)	3,03	
CVb (%)	3,18	
Bloco	0,336	
Tratamento (T)	0,370**	
Erro a	0,156	
Armazenamento (A)	0,001 <sup>ns</sup>	
T x A	0,316*	
Erro b	0,171	

\*\* e \* Significativo a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste F. <sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Legenda: CU - camada única e TS - todas as sementes em uma única camada.

Observou-se que a porcentagem de umidade das sementes manteve entre 12,25 e 13,58%, valores um pouco acima do recomendado para o armazenamento das sementes. Segundo Smaniotto *et al.* (2014), o teor de água das sementes de 12%, mantém as sementes de soja com maior qualidade sendo recomendado para conservação do vigor das mesmas. Por outro

lado, segundo Marcos Filho (2015), sementes com teores de umidade inferiores a 11% são mais suscetíveis a problemas durante o processo de germinação.

Apenas para as sementes da testemunha houveram ganho de umidade durante o armazenamento, ao contrário das sementes tratadas com radiação 60" e 2' ambas em camada única perderam umidade no decorrer do armazenamento (Tabela 2).

Os tratamentos não influenciaram no vigor das sementes com valor médio de 74,11% (Tabela 3), observou-se que o vigor das sementes variou de 60,0 a 90,0%, os dois tratamentos químicos (T2 e T3) e com radiação 2'20" TS (T17) apresentaram sementes com alto vigor acima de 80%, no entanto estatisticamente iguais aos demais tratamentos. Observou-se diferença significativa entre os tratamentos para a porcentagem de germinação a 5% de probabilidade pelo teste F. O tratamento químico com Maxim Advanced® (T3) foi o que proporcionou maior porcentagem de germinação das sementes 92,0%, porém diferindo apenas do tratamento com radiação 20" TS, com 63,5%.

Os dois tratamentos químicos (T2 e T3) e os tratamentos com radiação T9, T12, T15, T17 e T19 apresentaram germinação superior a 80,0% (Tabela 3), valores estes dentro do mínimo exigido para comercialização de sementes de soja que é de 80% (EMBRAPA, 2011). O mínimo de 80% de germinação é um parâmetro adotado para a comercialização das sementes da maioria das culturas. Em concordância também com a Instrução Normativa MAPA 45/2013 para os padrões de produção e a comercialização de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), que estabelece germinação mínima de 70% para comercialização de sementes básicas e de 80% para sementes certificadas C1 e C2 e não certificadas S1 e S2 (BRASIL, 2013).

Os resultados da análise de variância referentes aos dados de índice de velocidade de emergência em campo (IVE), porcentagem de plântulas normais (EMERG), plântulas anormais e doentes (PLANDOE), e sementes não germinadas (SENG) de feijão-fava estão dispostos na Tabela 4. Houve efeito significativo para tratamento de sementes ( $P \leq 0,01$ ) para as quatro variáveis anteriormente mencionadas e para armazenamento de sementes não germinadas e ( $P \leq 0,05$ ) para as outras três variáveis. E efeito não significativo ( $P > 0,05$ ) para a interação entre tratamento x armazenamento (Tabela 4).

Analizando o efeito de tratamentos, observou-se que o tratamento químico com Maxim Advanced® foi o que apresentou maior IVE (18,08), porém não diferiu do IVE das sementes da testemunha (14,41), tratadas com Derosal® Plus (16,46) e submetidas às radiações 60" e 1'40" ambas com todas as sementes de uma vez (TS), com IVE de 14,71 e 14,86, respectivamente (Tabela 4). O menor IVE observado foi de 12,90 para sementes submetidas a radiação por 1'40" camada única (CU). Os valores de IVE aqui encontrados para todos os tratamentos foram

superiores aos observados por Nunes, Gomes e Nascimento (2022), em pesquisa realizada com sementes de feijão-fava e obtiveram IVE médio de 8,42, justificando esse valor devido às diferentes condições dos locais onde foram coletadas as sementes e do grande período de armazenamento. Quanto maior o IVE mais uniforme e mais rápido foi a germinação das sementes e a emergência das plantas, então comparando os tratamentos e a testemunha, podemos afirmar que nenhum tratamento prejudicou o IVE das sementes.

Tabela 3 - Porcentagem de vigor (primeira contagem da germinação) e germinação de sementes de feijão-fava, submetidas a diferentes tratamentos.

Tratamento	Vigor	Germinação
T1 – Testemunha	76,5	77,5 ab
T2 - Derosal® Plus	82,0	90,5 ab
T3 - Maxim Advanced®	90,0	92,0 a
T4 – Radiação 20” CU	74,4	78,0 ab
T5 – Radiação 20” TS	60,0	63,5 b
T6 – Radiação 40” CU	74,5	71,0 ab
T7 – Radiação 40” TS	74,5	74,5 ab
T8 – Radiação 60” CU	67,0	69,0 ab
T9 – Radiação 60” TS	78,5	80,0 ab
T10 – Radiação 1’20” CU	78,0	79,0 ab
T11 – Radiação 1’20” TS	68,0	69,0 ab
T12 – Radiação 1’40” CU	72,0	80,5 ab
T13 – Radiação 1’40” TS	69,5	71,5 ab
T14 – Radiação 2’ CU	77,5	79,0 ab
T15 – Radiação 2’ TS	74,5	82,0 ab
T16 – Radiação 2’20” CU	69,5	78,0 ab
T17 – Radiação 2’20” TS	80,5	82,5 ab
T18 – Radiação 2’40” CU	72,5	74,5 ab
T19 – Radiação 2’40” TS	73,0	80,5 ab
Médias	74,11	77,42
CV (%)	14,36	13,48
Bloco	40,281	54,807
Tratamento	168,842 <sup>ns</sup>	196,696*
Erro	113,170	108,840

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. <sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Legenda: CU - camada única e TS - todas as sementes em uma única camada.

O armazenamento diminuiu o IVE das sementes em 1,01, porém em média após 30 dias de armazenamento o IVE foi de 13,54 independente do tratamento (Tabela 4), sendo esse valor superior ao obtido por Nunes, Gomes e Nascimento (2022), anteriormente relatado.

Tabela 4 - Índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plantas normais (EMERG), plantas anormais e doentes (PLANDOE) e sementes não germinadas (SENG) de feijão-fava, submetidas a diferentes tratamentos e após 30 dias de armazenamento.

Tratamento	IVE	EMERG (%)	PLANDOE (%)	SENG (%)
T1 – Testemunha	14,41 ab	63,50 b	20,25 ab	16,25 ab
T2 - Derosal® Plus	16,46 ab	69,50 ab	23,25 a	7,25 ab
T3 - Maxim Advanced®	18,08 a	92,50 a	6,00 b	1,50 b
T4 – Radiação 20" CU	13,49 b	54,00 b	25,50 a	21,00 a
T5 – Radiação 20" TS	13,20 b	50,50 b	26,50 a	23,0 a
T6 – Radiação 40" CU	13,63 b	50,50 b	29,50 a	20,00 a
T7 – Radiação 40" TS	13,51 b	57,50 b	23,75 a	18,75 a
T8 – Radiação 60" CU	13,74 b	58,50 b	23,50 a	18,00 a
T9 – Radiação 60" TS	14,71 ab	60,00 b	23,00 a	17,00 ab
T10 – Radiação 1'20" CU	13,56 b	53,75 b	24,50 a	21,75 a
T11 – Radiação 1'20" TS	13,66 b	53,25 b	27,25 a	17,50 ab
T12 – Radiação 1'40" CU	12,90 b	57,25 b	22,50 a	20,25 a
T13 – Radiação 1'40" TS	14,86 ab	61,25 b	24,75 a	14,00 ab
T14 – Radiação 2' CU	13,78 b	53,50 b	28,25 a	18,25 a
T15 – Radiação 2' TS	13,06 b	52,50 b	24,50 a	23,00 a
T16 – Radiação 2'20" CU	13,30 b	53,00 b	25,00 a	22,00 a
T17 – Radiação 2'20" TS	13,44 b	55,25 b	27,75 a	17,00 ab
T18 – Radiação 2'40" CU	13,19 b	55,00 b	24,25 a	21,00 a
T19 – Radiação 2'40" TS	13,89 b	52,50 b	28,75 a	18,75 a
Armazenamento (Dias)	IVE	EMERG (%)	PLANDOE (%)	SENG (%)
Zero	14,55 a	61,74 a	26,63 a	11,64 b
30	13,54 b	54,66 b	21,76 b	23,76 a
Médias	14,05	58,20	24,20	17,70
CVa (%)	14,65	23,30	35,70	50,38
CVb (%)	20,86	34,26	55,52	59,91
Bloco	21,566	126,8333	120,307	315,325
Tratamento (T)	13,034**	730,6988**	199,588**	229,199**
Erro a	4,237	183,8333	74,640	79,492
Armazenamento (A)	38,703*	1.904,237*	900,658*	5.592,658**
T x A	9,051 <sup>ns</sup>	261,792 <sup>ns</sup>	77,436 <sup>ns</sup>	175,047
Erro b	8,582	397,5000	180,4825	112,465

\*\* e \* Significativo a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste F. <sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não difere entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Legenda: CU - camada única e TS - toda as sementes em uma única camada.

O tratamento químico com Maxim Advanced®, foi também o que apresentou maior porcentagem de emergência de plantas normais em campo (92,50%), não diferiu apenas do

tratamento com Derosal® Plus (69,50%), nesse caso o primeiro produto mencionado apresentou alta eficiência de reduzir os problemas de patógenos nas sementes e presentes no solo, proporcionando ótimo desempenho das plantas e garantindo bom estande (Tabela 4). As sementes submetidas aos demais tratamentos e a testemunha apresentaram porcentagem variando de 50,50 a 69,50% valores bem abaixo comparados ao de Silva (2017), onde para uma variedade de feijão-fava (olho de cabra) sua germinação foi de 72% e Coelho *et al.* (2015) observou porcentagem de germinação entre 96% a 100% em diferentes tipos de feijões. Esses resultados apontam para que devemos sempre utilizarmos tratamentos eficientes no controle de patógenos das sementes presentes no campo para a garantir o sucesso do cultivo de feijão-fava.

Analizando o efeito do armazenamento das sementes, observou-se uma redução média de 7,08% na porcentagem de plantas normais após 30 dias de armazenamento. Os valores médios observados independente dos tratamentos foram de 61,74 e 54,66% no tempo zero e após 30 dias de armazenamento, respectivamente (Tabela 4). Esses resultados são semelhantes aos valores obtidos por Gama (2020), com 66,5% de emergência de plantas normais.

Em relação a porcentagem de plantas anormais e doentes, observou-se menor valor nas sementes tratadas com o fungicida Maxim Advanced® com 6,0%, porém não diferindo da testemunha com 20,25%, sendo que mesmo com uma diferença de 14,25% entre os dois tratamentos, estatisticamente não houve diferença. A baixa porcentagem de sementes anormais e/ou doentes (6,0%), confirma a eficiência deste fungicida no controle das doenças (Tabela 4). Com o armazenamento houve decréscimo na porcentagem de plantas anormais e doentes com 26,63% tempo zero e 21,76% aos 30 dias de armazenamento. A redução na porcentagem de plantas anormais e doentes pode ser justificada devido ao maior acréscimo de sementes não germinadas com o armazenamento, 11,64% no tempo zero e passou para 23,76% aos 30 dias de armazenamento. O que indica que com o armazenamento houve maior deterioração das sementes e aquelas que antes germinaram e emergiram plantas anormais e doentes passaram a não germinarem (Tabela 4).

As sementes tratadas com o fungicida Maxim Advanced® apresentaram a menor porcentagem de sementes não germinadas em campo (1,50%), esse valor é considerado baixo em condições de campo, o que mostra eficiência no controle de fungos em relação aos tratamentos T4, T5, T6, T7, T8, T10, T12, T14, T15, T16 e T18, todos com mais de 18,0% de sementes não germinadas. Essa maior eficiência do fungicida Maxim Advanced® no controle de doenças era esperado devido a maior porcentagem de *Aspergillus spp.* encontradas nas sementes de feijão-fava (Figura 7A). Na bula de recomendação este fungicida é indicado para o tratamento de sementes de feijão com eficiência no controle de *Fusarium pallidoroseum*,

*Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. e *Colletotrichum lindemuthianum* (Tabela 1). Já o fungicida Derosal® Plus é recomendado para o controle de *Colletotrichum lindemuthianum* e *Rhizoctonia solani*, fungos não encontrados nas sementes de feijão-fava. A eficiência de um fungicida vai estar relacionada com os fungos presentes no lote de sementes. Justificando assim a menor eficiência do fungicida Derosal® Plus.

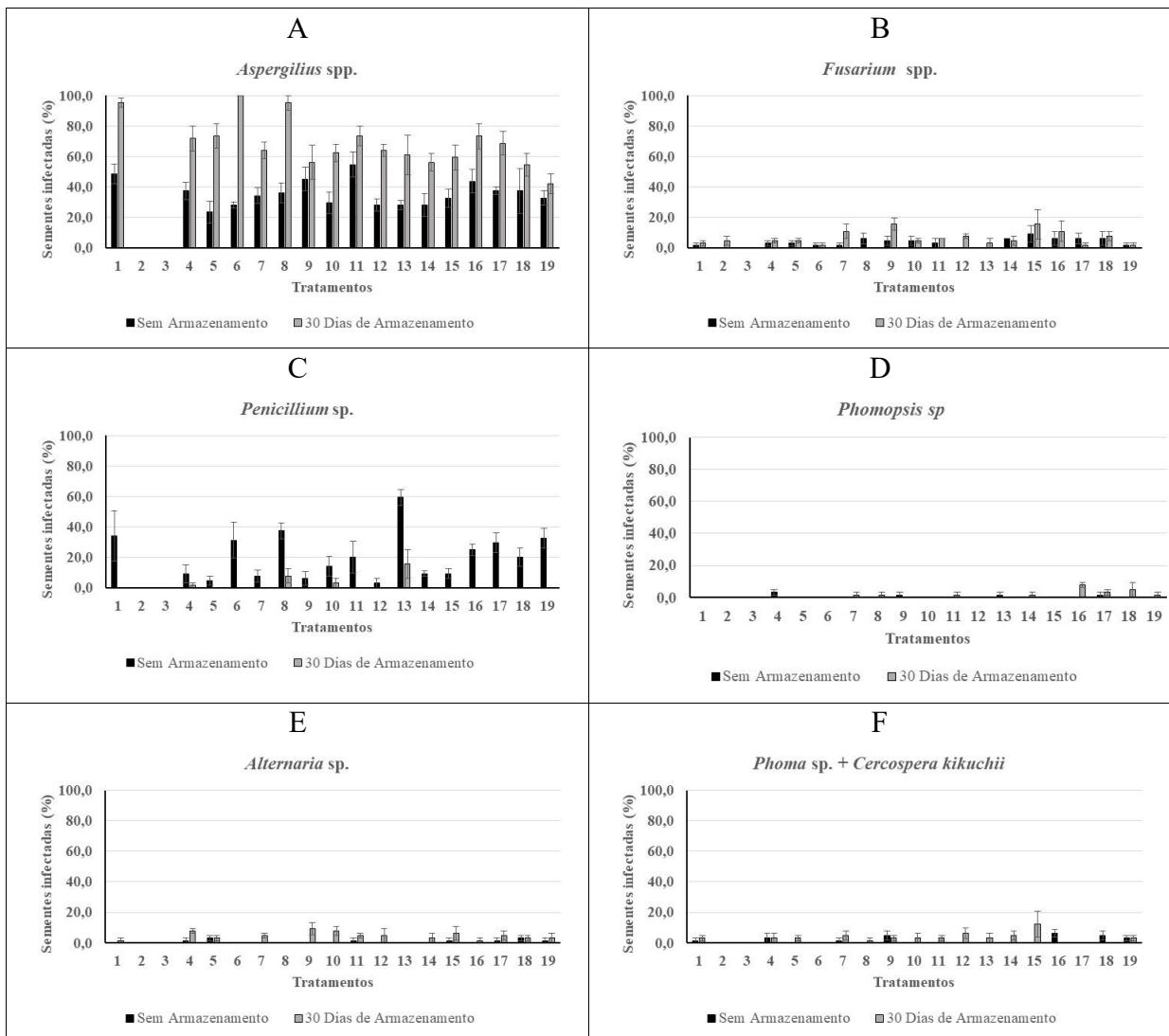


Figura 7 - Porcentagem de sementes infectadas por: A) *Aspergillus* spp.; B) *Fusarium* spp.; C) *Penicillium* sp.; D) *Phomopsis* sp.; E) *Alternaria* sp. e F) *Phoma* sp. e *Cercospora kikuchii*, logo após os tratamentos e aos 30 dias armazenamento. T1 – Testemunha; T 2 - Químico Derosol® Plus; T3 - Químico Maxim Advanced®; T4 – Radiação 20" camada única (CU); T5 – Radiação 20" toda as sementes (TS); T6 – Radiação 40" CU; T7 – Radiação 40" TS; T8 – Radiação 60" CU; T9 – Radiação 60" TS; T10 – Radiação 1'20" CU; T11 – Radiação 1'20" TS; T12 – Radiação 1'40" CU; T13 – Radiação 1'40" TS; T14 – Radiação 2' CU; T15 – Radiação 2' TS; T16 – Radiação 2'20" CU; T17 – Radiação 2'20" TS; T18 – Radiação 2'40" CU e T19 – Radiação 2'40" TS.

Em relação à presença de fungos associados às sementes de feijão-fava no período de

armazenamentos zero e 30 dias, os resultados evidenciaram a incidência dos fungos: *Aspergillus* spp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp., *Phomopsis* sp., *Alternaria* sp., *Phoma* sp. e *Cercospora kikuchii* (Figura 7).

A maior porcentagem de ocorrência de fungos nas sementes de feijão-fava foi *Aspergillus* spp., *Penicillium* sp. e *Fusarium* spp. (Figuras 7 A, C e B), respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Barreto, Gomes e Nascimento (2017) onde detectaram a maior incidência dos fungos *Aspergillus* spp. e *Penicillium* sp. associados ao feijão-fava. Sallis, Lucca-Filho e Maia (2001) ao avaliar a qualidade de sementes de feijão-miúdo (*Vigna unguiculata* L.), verificaram os gêneros *Fusarium* spp., *Phomopsis* sp., *Aspergillus* *flavus* e *Penicillium* sp. como mais frequentes.

A incidência do *Aspergillus* spp. aumentou grandemente no decorrer do armazenamento para todos os tratamentos, com exceção dos tratamentos químicos T2 e T3 que apresentaram alta eficiência no controle desse fungo (0,0%) tanto no tempo zero como aos 30 dias de armazenamento, demonstrando melhor atuação no controle desse fungo. Em alguns casos, como os tratamentos T1 e T6, no período de armazenamento de 30 dias, apresentaram incidências de 95,3% e 100%, respectivamente. Conforme Nascimento e Moraes (2011), a combinação dos fungos *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp. ocorre durante o beneficiamento e armazenamento das sementes, ocasionando a deterioração das sementes, provocando a perda de qualidade das sementes.

A ocorrência dos fungos *Phomopsis* sp., *Alternaria* sp. e *Phoma* sp. e *Cercospora kikuchii* foram detectados em níveis de porcentagens mais baixas durante os períodos de armazenamento, não ocorrendo porcentagem expressiva (Figura 7D, E e F, respectivamente). Recomenda-se a realização de experimentos com outras potências e tempos para verificar a eficiência no controle de fungos de sementes de feijão-fava.

## 6 CONCLUSÃO

Nas condições na qual o experimento foi conduzido e avaliado o tratamento com fungicida Maxim Advanced® apresentou melhor resultado com maior índice de velocidade de emergência em campo e porcentagem de plantas normais e menor porcentagem de plantas anormais e doentes e sementes não germinadas.

Os dois tratamentos químicos foram eficientes no controle dos fungos e alguns tratamentos físicos apresentaram pequena redução na porcentagem de fungos em comparação com a testemunha.

Nas condições estudadas o tratamento físico com o micro-ondas em diferentes tempos,

não mostraram efeitos positivos no controle de agentes patogênicos nas sementes de feijão-fava.

Recomenda-se a realização de experimentos com outras potências e tempos para verificar a eficiência no controle de fungos de sementes de feijão-fava com menores concentrações de químicos associados às doses de radiação.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABU-ELSAOUD, A. M. Effect of microwave electromagnetic radio frequency on germination and seedling growth consequences of six wheat *Triticum aestivum* L. cultivars. **Advances in Environmental Biology**, v.9, n.24, p.270-280, 2015.

AGROFIT – Sistema de Agrotóxico fitossanitário. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROFIT.html#:~:text=Sistema%20de%20Agrot%C3%ADxicos%20Fitossanit%C3%A1rio&text=Banco%20de%20informa%C3%A7%C3%A3o%C3%A7%C3%A5o%20de%20agrot%C3%ADxicos,na%20solu%C3%A7%C3%A3o%20dos%20problemas%20fitossanit%C3%A1rios>. Acesso em: 10 de jun. 2023.

AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia**. Vol. 2. - Doenças das plantas cultivadas. 5<sup>a</sup> ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2016. 810p.

ARAÚJO, D. V. *et al.* Transmission and effects of *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* on cotton seeds. African Journal of Agricultural, v. 11, n. 20, p. 1815-1823, 2016.

ASSUNÇÃO, I. P. *et al.* Reaction of faba bean genotypes to *Rhizoctonia solanica* and resistance stability. **Horticultura Brasileira**. v.29, p.492-497, 2011.

AZEVEDO, J. N.; FRANCO, L. J. D.; ARAÚJO, R. O. C. Composição química de sete variedades de feijão-fava. Teresina: EMBRAPA Meio-Norte, 2003, 4p. (Comunicado Técnico, 152).

BARRETO, G. G.; GOMES, R. S. S.; NASCIMENTO, L. C. Incidência de fitopatógenos associados ao feijão fava (*Phaseolus lunatus* L.). In: II CONIDIS, Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, Campina Grande, **Resumo...** Campina Grande-PB. 2017. 4p. Disponível em: [https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conidis/2017/TRABALHO\\_EV074\\_MD4\\_SA15\\_ID1465\\_02102017222720.pdf](https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conidis/2017/TRABALHO_EV074_MD4_SA15_ID1465_02102017222720.pdf). Acesso em: 21 de jun. 2023.

BERTOLIN, D. C., SÁ, M. E.; MOREIRA, E. R. Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**. v.33, n.1, p.104-112, 2011.

BITENCOURT, N. A.; SILVA, G. S. Reação de Genótipos de feijão fava a *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne enterolobii*. **Nematologia Brasileira**, v.34, p.184-186, 2010.

BORÉM, A.; RAMALHO, M. A. P. Estresses abióticos: desafios do melhoramento de plantas nas próximas décadas. In. FRITSCHE-NETO, R.; BORÉM, A. (Eds.) **Melhoramento de**

**plantas para condições de estresses abióticos.** Visconde do Rio Branco, Editora Suprema, 2011. p.09-28.

**BRAGANTINI, C. Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grão de feijão.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, v.9, 2005. 28p.

**BRASIL.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa MAPA 45/2013.** Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (Anexo XI – Padrões para a produção e a comercialização de sementes de feijão). Brasília: MAPA, 2013.

**BRASIL.** Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Secretaria da Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009a. 398p.

**BRASIL.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009b. 200p.

**CARVALHO, G. C. Tratamento de sementes de feijão-fava (*Phaseolus lunatus L.*) com óleos vegetais e torped.** Uruçuí: UESPI, 2021. 41p. Monografia (Graduação Bacharelado em Engenharia Agronômica) – Universidade Estadual do Piauí.

**CAVALCANTE, G. R. et al.** Diversity, prevalence, and virulence of *Colletotrichum* species associated with Lima bean in Brazil. **Plant Disease**, v.103, p.1961–1966, 2019.

**CAVALCANTE, G. R. S. et al.** Reação de subamostras de feijão fava à Antracnose. **Summa Phytopathologica**, v.38, p.329-333, 2012.

**CHEL-GUERRERO, L. et al.** Lima Bean (*Phaseolus lunatus L.*) Protein Hydrolysates with ACE-I Inhibitory Activity. **Food and Nutrition**, v.3, p.511- 521, 2012.

**CHITRAMPALAM, P.; NELSON, B.** Multilocus phylogeny reveals an association of agriculturally important *Fusarium solani* species complex (FSSC) 11, and clinically important FSSC 5 and FSSC 3+4 with soybean roots in the north central United States. **Antonie van Leeuwenhoek**, v.109, p.335–347, 2016.

**CIANCHETTA, A. N.; DAVIS, R. M.** Fusarium wilt of cotton: Management strategies. **Crop Protection**, v.73, p.40-44, 2015.

**COELHO, S. V. B. et al.** Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de café secas em sílica gel e soluções salinas saturadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.6, p.483-491, 2015.

**COIMBRA, R. A. et al.** Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.92-97, 2007.

**CONCEIÇÃO, G. et al.** Desempenho de plântulas e produtividade de soja submetida a diferentes tratamentos químicos nas sementes seedlings performance and yield of soybean submitted to different chemical treatment in seeds. **Original Article Biosci. J**, n.6, p.1711–1720, 2014.

COSTA, I. F. D. *et al.* Reação de germoplasma comercial de soja a *Colletotrichum truncatum*. **Tropical Plant Pathology**, v.34, p.47-50, 2009.

DAROLT, J. C. **Expressão gênica em laranja doce (*Citrus sinensis* L. Osbeck) em resposta à aplicação de acibenzolar-s-metílico e à infecção por *Candidatus Liberibacter asiaticus***. Florianópolis: UFSC, 2016. 152p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Federal de Santa Catarina.

DIEGUES, I. P. **Diversidade genética entre acessos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) mensurada via caracteres morfoagronômicos e marcadores ISSR**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2014. 61p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

DOMENE, M. P. *et al.* Efeito do tratamento com óleos essenciais sobre a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de milho (*Zea mays*). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.83, p.1-6, 2016.

DOMÍNGUEZ, R.; JACOBO, J.; ALEMÁN, R. **El uso del frijol reina o chilipuca (*Phaseolus lunatus* L.) em la región occidental de Honduras**. Tegucigalpa: Noticias sobre cultivo de cobertura, 2002. 8p. (Boletín, 13).

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja - Região Central do Brasil, 2012 e 2013**. Londrina-PR: Embrapa Soja, 2011. 261p. (Sistema de Produção / Embrapa Soja, n.15).

FRANCISCO, C. N. *et al.* Análise do impacto da correção atmosférica no cálculo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada a partir da imagem Landsat 8/OLI. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.13, p.76-86, 2020.

FRANÇOSO, C. B.; BARBEDO, C. J. Tratamentos osmóticos e térmicos para controle de fungos em sementes de grumixameira (*Eugenia brasiliensis* Lam.) e pitangueira (*Eugenia uniflora* L.). **Hoehnea**, v.4, n.41, p.541-552, 2014.

GAMA, A. T. **Desempenho agronômico, divergência genética, fenotipagem de alta eficiência e qualidade de sementes de variedades crioulas de feijão-fava cultivadas no Semiárido Norte Mineiro**. Montes Claros: UFMG, 2020. 87p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Minas Gerais.

GOMES, O. S. *et al.* Avaliação de componentes de produtividade de grãos em subamostras de feijão fava de crescimento determinado. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v.7, p.312-317, 2010.

GOMES, R. L. F. *et al.* Aspects of crop and socioeconomic management of the lima bean within Northeastern Brazil. In: LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; FERREIRA, A. S. A. (Ed) **Phaseolus lunatus**: Diversity, growth and production. New York: Nova Science Publishers, 2015. p.135-151.

GOMES, R. S. S.; NASCIMENTO, L. C. Induction of resistance to *Colletotrichum truncatum* in lima bean. **Arquivos do Instituto Biológico**, v85, p. 13-87, 2018.

GRONDEAU, C.; SAMSON, R. A review of thermotherapy to free plant materials from

pathogens, especially seeds from bacteria. **Critical Reviews in Plant Sciences.**v.13, n.1, p.57-75, 1994.

GUIMARÃES, W. N. *et al.* Caracterização morfológica e molecular de acessos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.1, p.37-45, 2007.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Dados Históricos**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 05 de dez. 2023.

JUNQUEIRA, K. P. *et al.* Desempenho agronômico de maracujazeiros tratados com produtos alternativos e fertilizantes foliares. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.1, p.40-47, 2011.

LEMOS, L. B. *et al.* Características agronômicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial Carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.4, p.319-326, 2004.

LIMA, V. I. S. **Fisiologia e sanidade de sementes de feijão-caupi** (*Vigna unguiculata* L.) **utilizando Ondas eletromagneticas**. Sumé: UFCG, 2023. 34p. Monografia (Graduação em Engenharia de Biossistemas) – Universidade Federal de Campina Grande.

LODHA, S.; MAWAR, R. Population dynamics of *Macrophomina phaseolina* in relation to disease management: A review. **Journal of Phytopathology**, v.168, p.1-17, 2020.

MACHADO, J. C. *et al.* Uso da técnica de restrição hídrica ou condicionamento osmótico em patologia de sementes. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.20, n.1, p.37-63, 2012.

MACHADO, J. C. **Manejo sanitário de sementes no controle de doenças**. Lavras: UFLA, 2000. 82p.

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

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2<sup>a</sup> ed., Londrina: ABRATES, 2015. 660p.

MOTA, J. M. *et al.* Transmission of *Colletotrichum truncatum* and *Macrophomina phaseolina* by lima bean seeds. **Summa Phytopathologica**, v.45, p. 33–37, 2019.

NASCIMENTO, W. M. O.; MORAES, M. H. D. Fungos associados a sementes de açaí: efeito da temperatura e do teor de água das sementes durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.3, p.415-425, 2011.

NOETZOLD, R. *et al.* Variabilidade espacial de *Colletotrichum truncatum* em campo de soja sob três níveis de sanidade de sementes. **Summa Phytopathologica**, v.40, p.16-23, 2014.

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 IFP**, v.60, n.2, p.506-520, 2022.

- OLIVEIRA, J. S. B. *et al.* Homeopatias de óleos essenciais sobre a germinação de esporos e indução de fitoalexinas. **Revista Ciência Agronômica**, v.48, n.1, p.208, 2017.
- OLIVEIRA, F. N.; TORRES, S. B.; BENEDITO, C.P. Caracterização botânica e agronômica de acessos de feijão-fava, em Mossoró, RN. **Revista Caatinga**, v. 24, p. 143-148, 2011.
- PEDROSO, C. **Incidência, controle de doenças de feijão-vagem e anatomia e histoquímica de *Phaseolus vulgaris* e *Vigna unguiculata* resistentes e suscetíveis ao oídio** (*Erysiphe polygoni*). Brasília: UNB, 2012. 135p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade de Brasília.
- PEREIRA, M. S. **Aplicação de secagem por micro-ondas no tratamento de cascalho de perfuração**. Uberlândia: UFU, 2013. 122p. Dissertação (Mestrado Curso de Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia.
- PINHEIRO, C. G. *et al.* Efeito da assepsia superficial na germinação e incidência de fungos em sementes de espécies florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v 36, n.87, p.253-260, 2016.
- RUFINO, M. do S. M. **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais**. Mossoró: UFERSA, 2008. 237p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/ce685281-f2ee-422a-8de5-e996131e1414/content>. Acesso em: 12 de jun. 2023.
- SALLIS, M. G. V.; LUCCA-FILHO, O. M; MAIA, M. S. Fungos associados às sementes de feijão-miúdo (*Vigna unguiculata* (L.) Salp.) produzidas no município de São José do Norte (RS). **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.1, p.36-39, 2001.
- SANTOS, A. F; PARISI, J. J. D.; MENTEM, J. O. M. (Eds.) **Patologia de sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas. 2011. 236p.
- SANTOS, A. R. B. *et al.* Seleção de subamostras de feijão-fava para resistência à Antracnose. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas**, v.9, p.268-278, 2015.
- SANTOS, D. S. *et al.* Fisiologia e sanidade de sementes de soja utilizando ondas eletromagnéticas. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.16, n.4, e11394. 2023.
- SANTOS, D. *et al.* Produtividade e morfologia de vagens e sementes de variedades de fava no Estado da Paraíba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.10, p.1407-1412, 2002.
- SILVA, J. A. *et al.* Reação de genótipos de feijão-fava a *Sclerotium rolfsii*. **Horticultura Brasileira**, v.32, p.98-101, 2014.
- SILVA, R. T. **Qualidade fisiológica de sementes crioulas de Fabaceae**. Areia: UFPB, 2017. 45p. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) -Universidade Federal da Paraíba.
- SMANIOTTO, T. A. S. *et al.* Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.4, p.446-453, 2014.

SOARES, M. M. *et al.* Testes para avaliação do vigor de sementes de sorgo com ênfase à condutividade elétrica. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.2, p.391-397, 2010.

SOUZA, E. S. *et al.* First report of *Macrophomina phaseolina* causing charcoal rot in Lima bean (*Phaseolus lunatus*) in Brazil. **Plant Disease**, v.101, p.1551, 2017a.

SOUZA, E. S. *et al.* First report of *Fusarium falciforme* (FSSC 3 + 4) causing root rot in Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) in Brazil. **Plant Disease**, v.101, p.1954, 2017b. Disponível em: <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-17-0657-PDN>. Acesso em 13 de jun. 2023.

SOUZA, E. S. *et al.* *Colletotrichum* species causing anthracnose on lima bean in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v.43, p.78-84, 2018.

SZOPIŃSKA, D.; DORNA, H. The effect of microwave treatment on germination and health of carrot (*Daucus carota* L.) seeds. **Agronomy**, v.11, n.12, p.2571, 2021.

TECNOBIOL SA. **Fertilizantes do Brasil**. Departamento Técnico/Comercial. Boletim Técnico Ergofito. 2005. 5p.

VIEIRA, R. F. A cultura do feijão-fava. **Informe Agropecuário**, v.16, n.174, p.30-37, 1992.

WARCHALEWSKI, J. R.; DOLINSKA, R.; BLASZCZAK, W. Análise microscópica de duas gerações de grãos de trigo cultivados a partir de sementes aquecidas com micro-ondas. **Acta Agrophysica**, v.10, n.3, p.153, 2007.