



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO  
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO  
CURSO DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS**

**VANESSA ÍRIS DOS SANTOS LIMA**

**FISIOLOGIA E SANIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna  
Unguiculata L.*) UTILIZANDO ONDAS ELETROMAGNÉTICAS**

**SUMÉ - PB  
2023**

**VANESSA ÍRIS DOS SANTOS LIMA**

**FISIOLOGIA E SANIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna  
Unguiculata L.*) UTILIZANDO ONDAS ELETROMAGNÉTICAS**

**Monografia apresentada ao Curso Superior de Engenharia de Biosistemas do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Biosistemas.**

**Orientador: Professor Dr. José George Ferreira Medeiros.**

**SUMÉ - PB  
2023**



L732f Lima, Vanessa Íris dos Santos.  
Fisiologia e sanidade de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) utilizando ondas eletromagnéticas / Vanessa Íris dos Santos Lima. - 2023.

34 f.

Orientador: Professor Dr. José George Ferreira Medeiros.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Biosistemas.

1. Tecnologia de sementes. 2. Manejo de fungos - sementes. 3. Feijão-caupi - sementes. 4. Qualidade de sementes. 5. Ondas eletromagnéticas - sementes. 6. Tecnologia alternative - sementes. 7. *Vigna unguiculata* L. I. Medeiros, José George Ferreira. II. Título.

CDU: 528.8(043.1)

**Elaboração da Ficha Catalográfica:**


Johnny Rodrigues Barbosa  
Bibliotecário-Documentalista  
CRB-15/626

**VANESSA ÍRIS DOS SANTOS LIMA**

**FISIOLOGIA E SANIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna  
Unguiculata L.*) UTILIZANDO ONDAS ELETROMAGNÉTICAS**


**Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Biosistemas do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Biosistemas.**

**BANCA EXAMINADORA:**

Documento assinado digitalmente  
 JOSE GEORGE FERREIRA MEDEIROS  
Data: 14/06/2023 14:11:57-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

**Professor Dr. José George Ferreira Medeiros.  
Orientador - UATEC/CDSA/UFPG**

Documento assinado digitalmente  
 THAMIRES KELLY NUNES CARVALHO  
Data: 13/06/2023 15:43:32-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Professora Dra. Thamires Kelly Nunes Carvalho.  
Examinadora Externa - CPCE/UFPI**

Documento assinado digitalmente  
 CARINA SEIXAS MAIA DORNELAS  
Data: 15/06/2023 11:25:34-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Professora Dra. Carina Seixas Maia Dornelas.  
Examinador Interna - UATEC/CDSA/UFPG**

**Trabalho aprovado em: 07 de junho de 2023.**

**SUMÉ - PB**

*Dedico para minha avó Maria Zilda, que se despediu de mim durante a caminhada da graduação. Sendo hoje a saudade da minha vida. Sempre vou me orgulhar de ser sua neta. Te amo!*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente à Deus pelo dom da vida e por me dar forças quando inúmeras vezes me faltaram.

À minha família, em especial ao meu irmão João Victor por todo incentivo e por acreditar tanto no potencial, e ao primo Carlos Eduardo por toda a ajuda. À minha mãe Patrícia e José Júlio por toda assistência emocional e financeira, e por todas as vezes que estiveram comigo quando mais precisei. E em especial as minhas queridas avós Maria Zilda, Tereza Batista e Osvaldina Castro que não estão mais neste plano espiritual, por todo amor, incentivo e dedicação, amo vocês.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José George Ferreira Medeiros, pela grande oportunidade de fazer parte do grupo de alunos do LAFISA (Laboratório de Fitossanidade do Semiárido-CDSA/UFCG), pelo carinho, paciência, amizade e por todos os ensinamentos.

Aos colegas do LAFISA, Heloisa Dantas, Tainá Eponina, Manoela Luíza, Pâmela Monique, Yalle Souza, Willian Deyvison e Gabi Sales pelo acolhimento, descontração e ajuda nos experimentos. Ao Prof. Dr. Rummenigge de Macêdo Rodrigues por me receber tão bem no Laboratório de Irrigação-LAFHID, pela amizade, carinho, incentivo e por todos os ensinamentos. Aos colegas do LAFHID pelo acolhimento, parceria e trocas de conhecimento foi uma experiência incrível.

Aos colegas de início de curso Bruno Henrique Melo, Bruno Henrique, Carol Amorim e Osmar por tornar os meus dias mais leves, e por todos os momentos juntos.

Às minhas amigas Nathalie Wing, Rute e Cris pelo apoio, carinho, tantos sorrisos e por sempre me incentivarem a nunca desistir.

Ao professor Miguel pela gentileza de doar as sementes de feijão-caupi.

À todos os docentes e funcionários da UFCG/CDSA que de alguma forma tanto contribuíram para a realização da minha formação acadêmica.

À todos que contribuíram de forma indireta e direta para realização do meu sonho, o meu muito obrigada!

Então Samuel pegou uma pedra e a ergueu entre Mispá e Sem; e deu-lhe o nome de Ebenézer, dizendo: “Até aqui o Senhor nos ajudou.” 1 Samuel 7:12

## RESUMO

A qualidade sanitária e fisiológica das sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) é de suma importância para a produção agrícola, por sua vez a semente representa um meio de disseminação de doenças, e poderão causar lesões e anomalias nas plantas, tal como a baixa produtividade. Deste modo, o tratamento de sementes é um procedimento necessário no manejo e controle de doenças. Portanto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar os efeitos das ondas eletromagnéticas na qualidade fitossanitária e fisiológica das sementes de feijão-caupi. As sementes de feijão-caupi foram coletadas no município de Sumé-PB, localizado na microrregião do Cariri Ocidental da Paraíba e submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas, os tempos de exposição foram de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 e 80 segundos em microondas a uma potência de 900w e a uma frequência de 2,45 GHz, além do fungicida (dicarboximida). Para os testes de sanidade foram utilizadas 100 sementes por tratamento, distribuídas em cinco repetições de vinte sementes cada. Prontamente, as sementes foram incubadas em placas de petri contendo dupla camada de papel filtro “Blotter Test”, esterilizado e umedecido com água destilada e esterilizada (ADE). O teste de germinação consistiu em 100 sementes por tratamento, divididas em quatro repetições de vinte e cinco sementes. Foram semeadas em papel germitest previamente esterilizado. O delineamento utilizado nos experimentos da análise sanitária e fisiológica foi o inteiramente casualizado (DIC). Realizou-se análise de regressão para os dados quantitativos com a significância dos modelos verificados pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Foram identificados em sementes de *Vigna unguiculata* os seguintes gêneros fungicos: *Aspergillus flavus* (72%); *Colletotrichum* sp. (6,1%); *Rhizopus* sp. (9,5%) e *Chaetomium* sp. (18%). Os períodos de exposição a ondas eletromagnéticas durante 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 e 80 segundos a 2,45 GHz foram eficazes na redução dos fungos identificados. Não houve influência negativa dos tratamentos na qualidade fisiológica.

**Palavras-chave:** Qualidade de semente; manejo de fungos; tecnologia alternativa.



LIMA, V. I. S. **Physiology and sanity of seeds of COWPEA (*Vigna unguiculata* L.) using electromagnetic waves.** Sumé-PB, 2023. 34p. Monograph (Graduate in Biosystems Engineering) – University Federal of Campina Grande. 2023.

## ABSTRACT

The health quality of the seeds cowpea (*Vigna unguiculata* L.) it is of paramount importance for agricultural production, in turn the seed operates as a means of spreading disease, and may cause injuries and anomalies in the plants such as low productivity. Thus, seed treatment is a necessary procedure in the management and control of diseases. There fore, this research aimed to evaluate the effects of electromagnetic waves on the phytosanitary and physiological quality of seeds of cowpea. Cowpea seeds were collected in the municipality of Sumé-PB, located in microregion of westen Cariri of Paraíba and remaining at different periods of exposure to electromagnetic waves, the exposure times were of 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 and 80 seconds in microwave at a power of 900w and a frequency of 2.45 GHz, in addition to the fungicide (dicarboximide). For sanity tests, 100 seeds were used per treatments, distributed in five replications of Twenty seeds each. Promptly, the seeds were incubated in petri dishes containing a double layer of “Blotter Test” filter paper, sterilized and moistened with distilled and sterilized water (ADE). The germination test consisted of 100 seeds per treatments, divided into four replications of Twenty-five seeds. They were seeded on previously sterilized germitest paper. They were seeded on previously sterilized germitest paper. The design used in the sanitary and physiological analysis experiments was the entirely causalized (DIC). The following fungal genera were identified in seeds of *Vigna unguiculata* *Aspergillus flavus* (72%); *Colletotrichum* sp. (6,1%); *Rhizopus* sp. (9,5%) and *Chaetomium* sp. (18%). The periods of exposure to electromagnetic waves for 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 and 80 seconds at 2.45 GHz were effective in reducing the identified fungi. There was no negative influence of treatments on physiological quality.

**Keywords:** Seed quality; fungal management; alternative technology.

## LISTAS DE GRÁFICOS

- Gráfico 1** - Incidência de *Aspergillus flavus* (A), *Colletotrichum* sp. (B), *Rhizopus* sp. (C) e *Chaetomium* sp. (D) em sementes de *V. unguiculata* submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz. F = fungicida. **22**
- Gráfico 2** - Percentual da primeira contagem da germinação (PCG) (2A) e germinação (GER) (2B) de sementes de *V. unguiculata* submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz. F = fungicida. **25**
- Gráfico 3** - Percentual de sementes mortas (SM) (3A) e sementes duras (SD) (3B) de sementes de *V. unguiculata* submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz. F = fungicida. **26**
- Gráfico 4** - Comprimento de parte aérea (CPA) (4A) e raiz (CPR) (4B) de plântulas de *V. unguiculata* submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz. F = fungicida. **28**

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
3.1	CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DO FEIJÃO.....	13
3.2	IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA.....	13
3.3	QUALIDADE FISIOLÓGICA.....	15
3.4	QUALIDADE SANITÁRIA.....	16
3.5	FUNGOS EM SEMENTES.....	17
3.6	TRATAMENTO DE SEMENTES.....	18
3.7	USO DE MICROONDAS NO TRATAMENTO DE SEMENTES.....	19
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
4.1	LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS.....	20
4.2	OBTENÇÃO DAS SEMENTES.....	20
4.3	TRATAMENTOS.....	20
4.4	TESTE DE SANIDADE.....	20
4.5	TESTE DE QUALIDADE FISIOLÓGICA.....	21
4.6	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	21
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>30</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma cultura de origem africana, a qual foi introduzida no Brasil na segunda metade do século XVI pelos colonizadores portugueses no Estado da Bahia (FREIRE FILHO, 2011). A partir da Bahia, o feijão-caupi foi disseminado por todo o País. No Piauí, um estado que foi colonizado do sertão para o litoral, certamente a comunicação e o comércio com essa região eram mais difíceis, e encontra-se a citação do cultivo de feijão em 1967, fato que sugere que houve uma intensa disseminação da cultura, principalmente na região Nordeste e da região Nordeste para todo o País.

Caracteriza-se, como um alimento essencial para as populações de baixa renda do Norte e Nordeste brasileiro (ROCHA et al., 2017).

Detém vários nomes populares e isso se dá de acordo com a região. Desse modo, para dirimir dúvidas que possam existir, alguns desses nomes mais usados no País são: feijão-macassa e feijão de corda, na região Nordeste; feijão-de-praia, feijão-da-colônia e feijão-de-estrada, na região Norte; feijão-miúdo, na região Sul (EMBRAPA, 2018).

É a segunda leguminosa mais cultivada no país. Para a safra 2020/2021, garantiu uma produção de 625,2 mil toneladas. Os Territórios do Norte e Nordeste respondem por mais de 75% da produção nacional, embora 17 unidades federativas produzam uma grande (CONAB, 2021).

A utilização de sementes de boa qualidade é um fator fundamental para incrementar a produtividade da cultura do feijoeiro, pois a qualidade da semente é expressa pela interação de quatro componentes: genético, físico, fisiológico e sanitário. (MACHADO, 2018). Desde o início da germinação até a fase final do ciclo, o feijoeiro pode ser afetado por inúmeras doenças de etiologia fúngica, bacteriana e virótica, sendo esses microrganismos causadores de doenças em feijoeiro, transmitidos e ou transportados pelas sementes. Patógenos associados às sementes podem ser responsáveis pela queda do poder germinativo e do vigor das mesmas, causar a sua deterioração em armazéns, introduzir patógenos em novas áreas e ainda distribuir de forma eficiente focos iniciais de infecção na lavoura de onde a doença pode progredir no espaço e no tempo. Com isso, para garantir um adequado estabelecimento de plantas no campo ou armazéns, é muito importante a utilização de sementes de alta qualidade sanitária e fisiológica, sendo este um dos mais importantes aspectos relacionados à produtividade, por causa do grande número de patógenos que podem estar associados às sementes (LOZADA, 2016; GOMES et al, 2016).

Os principais patógenos que acometem a cultura do feijoeiro são 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. Assim, para o aumento da eficiência de cultivo do feijão-caupi, é necessário o uso de implementos agrícolas e tecnologias que permitam a produção de sementes de alta qualidade, visando ao uso dessa semente em um plantio sucessivo (RAISSE et al., 2020).

Dentre os elementos físicos atualmente utilizados para o tratamento de sementes estão as ondas eletromagnéticas, como radiação ultravioleta (UV) e microondas, ultrassom, laser e radiação ionizante. A radiação de microondas e UV, são particularmente considerados os métodos físicos essenciais para o tratamento de sementes pré-semeadura (ARAÚJO et al., 2016). Existem poucos estudos sobre o uso de microondas em culturas agrícolas e muito pouca atenção tem sido dada aos seus efeitos no crescimento de plantas e patógenos (NAEEM et al., 2013).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

- Analisar a qualidade sanitária e fisiológica da semente de feijão (*Vigna unguiculata* L. Walp.), submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar e avaliar os fungos associados a sementes de feijão (*Vigna unguiculata* L. Walp.);
- Apontar a eficiência das ondas eletromagnéticas na qualidade sanitária e fisiológica da semente de feijão (*Vigna unguiculata* L. Walp.).

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DO FEIJÃO

O feijão-caupi é uma planta Eudicotyledonea, da ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolineae, gênero *Vigna*, subgênero *Vigna*, secção *Catyang*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. e subespécie *unguiculata*, subdividida em quatro grupos *Unguiculata*, *Sesquipedalis*, *Biflora* e *Textilis*. No Brasil são cultivados os cultigrupos *Unguiculata*, para produção de grão seco e feijão-verde, *Sesquipedalis* comumente chamado de feijão-de-metro, para produção de vagem (EMBRAPA, 2018).

Em relação ao ciclo de desenvolvimento, são classificados as cultivares do feijão-caupi em superprecoce com maturação de até 60 dias, precoces com ciclos de 61-70 dias e médio com ciclos de 71 a 90 dias (FREIRE FILHO, 2005). A biologia floral mostra que a espécie possui adaptações durante a sua linhagem evolutiva, proporcionada por um processo de seleção natural pois, embora sendo amplamente autopolinizada, mantém a capacidade da polinização cruzada. Apesar de ter os órgãos reprodutivos bem protegidos pelas pétalas e apesar de ocorrerem a protoginia (maturação do gineceu antes do androceu) e a cleistogamia (autopolinização antes da abertura da flor) que favorecem a autogamia, o feijão-caupi apresenta uma pequena taxa de cruzamento natural que varia com o ambiente e com o genótipo (EMBRAPA, 2018).

O feijão-caupi apresenta folhas trifoliadas com estípulas na base do pecíolo, com os dois folíolos laterais oblíquos em relação ao central, possui inflorescência do tipo racimo modificado, contendo de 6 a 8 pares de gemas florais que são dispostas alternadamente e são formadas a partir do eixo central, além do desenvolvimento vegetativo que dura em média de 23 a 43 dias e posteriormente surgem as vargens (ARAÚJO, 2019).

A espécie tem germinação epígea, com seus cotilédones dispostos no primeiro nó da haste principal, possui sistema radicular axial, com raízes superficiais que podem atingir 2 metros de profundidade, característica esta importante para que a espécie consiga tolerar grandes períodos sem irrigação. Também apresenta um bom desenvolvimento em condições de temperaturas elevadas, em solos arenosos de boa drenagem e além de uma textura média (CUNHA, 2019).

#### 3.2 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA

É uma espécie de grande importância socioeconômica, cultural e nutricional de baixo custo e fisiologicamente adaptada a diferentes condições ambientais. Constitui um dos mais importantes componentes da dieta alimentar das populações rurais, por representar uma

importante fonte de proteína e minerais, responsável pela fixação do homem no campo com consequente geração de emprego e renda, além de possuir notória importância socioeconômica para a agricultura familiar (MAGALHÃES et al., 2017). Estima-se como base na massa seca, que os grãos de feijão-caupi contêm 23,4% de proteína, 1,8% de gordura e 60,3% de carboidratos, além de ser uma importante fonte de cálcio e ferro (GUPTA et al, 2019).

A cultura do feijão-caupi no Brasil, entretanto, passa por um momento de crescimento. Enquanto a área e a produção estão crescendo nas regiões tradicionais, estas crescem nas novas regiões produtoras. Contudo, vale ressaltar que a produção em quantidade, com qualidade e com regularidade das novas regiões produtoras está possibilitando a valorização da cultura, a expansão do seu cultivo para outras regiões do país e a abertura de novos mercados no país e no exterior (LSPA, 2015).

Em nível mundial, mais de 12 milhões de hectares são cultivados com feijão-caupi com uma produção anual de grãos superior a 6,9 milhões de toneladas (DUROJAYE et al, 2019). No Brasil, é uma cultura muito importante para os sistemas agrícolas do nordeste brasileiro, principalmente os sistemas agrícolas familiares, ocupando mais de 1,2 milhão de hectares anuais (MARINHO et al, 2017).

Na safra 2020/2021, o cultivo do feijão chegou a 6,66 mil toneladas, saltando para uma estimativa de 37,11 mil nesta próxima safra, um incremento de 456,9%. A expectativa de crescimento na área também é expressa, passando de 7,61 mil hectares para 27, 11 mil hectares, um aumento de 256,2% na área de plantio. A previsão é que nesta safra, 2021/2022, a produtividade tenha um salto de 56,3%, saltando de 876 kg por hectare na safra anterior para 1.369 kg nesta próxima safra, com uma participação ainda tímida na produção de grãos totais de 0,6 % (CONAB, 2021).

No âmbito nacional, houve redução de área plantada do feijão-caupi de segunda safra em comparação à temporada anterior. A grande concorrência de área com outros cultivos tão rentáveis quanto, torna a opção pela leguminosa mais difícil nesse período. Ainda mais no Centro-Sul do país, onde, neste ano, a janela de plantio foi favorável para o cultivo, principalmente, de milho, que tem tido preços bem atrativos. Assim, mesmo com as melhores perspectivas para o rendimento médio em razão de um clima mais benéfico para a cultura, a estimativa é de produção inferior a 2020/21, ficando em 451,2 mil toneladas, contra 468,6 mil toneladas obtidas no ano passado (CONAB, 2022).



### 3.3 QUALIDADE FISIOLÓGICA

A qualidade e produtividade de sementes de feijão-caupi é refletido por fatores que influenciam na sua capacidade germinativa e vigor, sendo consideradas sementes de boa qualidade que é um componente essencial para o controle de uso das sementes, fornecendo informações para detecção e solução de problemas durante o processo produtivo e funcionamento da mesma, visto que elevada qualidade fisiológica e sanitária, quando reunidas em um lote de sementes, permite altas taxas de germinação e vigor (PINHO, 2019).

Essa propriedade da semente é fator de extrema importância para que se obtenha a produtividade esperada, e da qualidade fisiológica das sementes, sendo um método por meio do qual pode-se preservar a viabilidade das sementes e manter o vigor em nível razoável no período decorrido entre o plantio e a colheita. Em teoria, quando se pretende obter sementes de qualidade, a colheita destas deveria ser na maturidade fisiológica, pois as sementes nessa fase apresentam máximo acúmulo de matéria seca e elevado potencial fisiológico (MARCOS FILHO, 2015).

A semente se destaca por ser o insumo de maior significância no contexto de produtividade e para que esta seja considerada de alta qualidade deve apresentar características sanitárias, físicas, genéticas e fisiológicas adequadas, a obtenção de sementes vigorosas é de grande importância para o cultivo do feijão-caupi, para isso há uma busca pela redução do período de exposição das sementes a oscilações ambientais, pragas e doenças (SZARESKI et al., 2016; FOLLMANN et al., 2017).

A qualidade fisiológica está relacionada com a capacidade da semente em desempenhar suas funções vitais, caracterizando-se pela longevidade, germinação e vigor. Portanto, os efeitos sobre a qualidade geralmente são traduzidos pelo decréscimo na porcentagem de germinação, aumento de plântulas anormais e redução do vigor das plântulas, desse modo, a emergência das plântulas é um dos principais parâmetros para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes (MARCOS FILHO, 2015).

A primeira contagem de germinação é relevante por apresentar indícios do vigor de sementes, e é realizada através do teste padrão de germinação. Como o vigor reflete a manifestação de uma série de atributos que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme de plântulas, entende-se que a velocidade da germinação é um dos primeiros parâmetros afetados com a perda de qualidade das sementes (MARCOS FILHO, 2015).

O armazenamento inadequado do feijão-caupi é propenso a danos causados por insetos e reduz a qualidade das sementes. O feijão-caupi comestível, atacado por insetos, perde

qualidades intrínsecas (aparência e sabor), enquanto que para as sementes, a capacidade de germinar e fazer crescer uma planta vigorosa e saudável é perturbada. Portanto, a influência desses fatores será refletida na redução da porcentagem de germinação, na formação de plântulas anormais e diminuição no vigor das sementes, bem como na redução de seu consumo (BASSO et al., 2018).

É importante ressaltar, que os testes de qualidade fisiológica procuram determinar atividades específicas cujas manifestações dependem do vigor, identificando as amostras com maior viabilidade de apresentar desempenho satisfatório em campo ou durante o armazenamento. O vigor surgiu não para identificar um processo fisiológico, mas sim identificar manifestações de seu comportamento seja em campo ou em armazenamento (SILVA, 2019).

Portanto, a aplicação de testes de vigor para se avaliar a qualidade fisiológica das sementes vem crescendo nos últimos anos, levando a objetividade e rapidez nas respostas, mas de forma segura e eficiente quanto à qualidade fisiológica, em cada lote de semente formado (NUNES, 2016).

### 3.4 QUALIDADE SANITÁRIA

A qualidade sanitária das sementes está relacionada a produtividade, pois se obtiver grande incidência de patógenos ou microrganismos que possam ocasionar anormalidades e lesões nas plântulas, bem como a deterioração do tecido embrionário pode afetar a germinação e vigor das sementes e conseqüentemente perdas de produção, com isso, se faz importante realizar métodos de detecção desses agentes (SILVA, 2017).

A maioria dos patógenos que ocorrem nos campos de produção de sementes é transmitida pela semente. Em campos de cultivo, os danos causados por doenças que se associam às sementes podem ser registrados na forma de perdas de estande ou de vigor das plantas emergentes, tornando as lavouras mais vulneráveis a estresses e, quase sempre, terminando em falência de algumas em fases mais avançadas de desenvolvimento, o que constitui foco de infecção para o progresso posterior das doenças na lavoura (MACHADO, 2010).

A questão da qualidade das sementes não pode ser melhorada durante o armazenamento, mas pode ser conservada se as condições de armazenamento são favoráveis. Exposição de sementes armazenadas em condições de temperaturas e umidade relativa do ar adversas, os

danos podem evoluir intensamente, causando severas perdas de germinação e vigor das sementes (FRANÇA NETO et al., 2018).

O uso de sementes com qualidade sanitária garantida, além da qualidade genética, física e fisiológica, é a forma mais simplificada e econômica de reduzir custos de produção e assegurar a sustentabilidade dos cultivos de interesse geral (MACHADO, 2010). Isso significa que não há um controle rígido de qualidade dessas sementes que estão sendo comercializadas, principalmente quanto ao aspecto sanitário. Dessa forma, sementes sem padrão se constituem um grande risco fitossanitário para o agricultor, pois os patógenos associados a elas podem ser um veículo de contaminação de novas áreas (ALTOÉ et al., 2018).

### 3.5 FUNGOS EM SEMENTES

A existência de doenças é um dos principais fatores para a redução da produtividade do feijoeiro, podendo-se ter perda total da produção, depreciação da qualidade fisiológica das sementes, sem uniformidade na germinação, que conseqüentemente, interfere no estabelecimento do estande inicial ou inviabilização de determinada área para o cultivo (MESQUITA et al., 2017). A semente é considerada um veículo competente no transporte e disseminação de patógenos, além de ser um abrigo seguro à sua sobrevivência. As sementes também podem introduzir o fitopatógeno em regiões onde estes ainda não ocorrem (BIANCHINI, 2016).

Em sementes de feijão-caupi a contaminação por fungos origina diversas doenças nas plântulas, tais como: tombamento, podridão de raízes e colo e conseqüentemente sintomas indiretos de deficiência nutricional, necrose das folhas, amarelecimento, murcha e morte do vegetal, que são causados pelos *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani* (BIEMOND; IKRAM; DAWAR, 2013). Os fungos de armazenamento *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. interferem diretamente na germinação e emergência de leguminosas, danificando o sistema radicular ou vascular das plântulas e, conseqüentemente, interferindo na absorção e transporte de água e nutrientes (GOMES et al. 2015).

As doenças patogênicas são os maiores problemas fitossanitários *Fusarium* sp., *Colletotrichum* sp. e *Rhizoctonia solani*, são fungos de solo que limitam a germinação e causam infecções no desenvolvimento inicial das plântulas. Já fungos como *Cercospora* sp., *Alternaria* sp., *Colletotrichum* sp., *Sclerotinia sclerotiorum* e *Sclerotium cepivorum*, além de afetar a germinação e a emergência, causam infecções em estádios mais avançados das plântulas,

apresentando manchas foliares, murchas, podridão das raízes e caule e, posteriormente, a morte do vegetal (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2018; PEREIRA, 2015).

A antracnose, cujo agente etiológico é o fungo *Colletotrichum lindemuthianum*, figura entre as principais doenças do feijoeiro. Esse patógeno se desenvolve principalmente quando as condições ambientais consistem em temperaturas amenas e alta umidade relativa do ar, podendo ocasionar perdas de até 100% da lavoura, é uma doença que ocorre em qualquer fase do desenvolvimento da cultura, mas a sua maior incidência se dá na fase de plântula, por causa dos tecidos que apresentam pouca lignificação, que favorece a incidência desse patógeno (DA COSTA et al, 2014; PADDER et al., 2017).

Os patógenos transmitidos por sementes podem ter sua fonte de origem no campo e no armazenamento, sendo que os de campo invadem as sementes antes da maturação e necessitam teores de umidade próximos a 20% para germinar e colonizar as sementes, a exemplo dos gêneros *Fusarium*, *Alternaria*, *Colletotrichum* e entre outros e os de armazenamento, que são considerados os principais agentes patogênicos na deterioração de sementes, podem invadir as sementes antes ou após a colheita, carecendo menores condições de umidade em comparação com os patógenos oriundos do campo, sendo que os gêneros mais comum são *Aspergillus* e *Penicillium* (BAUDET; VILLELA, 2019).

### 3.6 TRATAMENTO DE SEMENTES

Até agora o principal objetivo do tratamento de sementes seja a sua proteção em campo, o mesmo também é utilizado para o controle de fungos que intensificam o processo de deterioração das mesmas, durante o armazenamento. Normalmente há um intervalo de tempo entre a colheita e a posterior semeadura das sementes; assim, as mesmas devem ser armazenadas em condições adequadas à preservação de sua qualidade, proporcionando um ambiente no qual as mudanças fisiológicas, bioquímicas e sanitárias sejam mantidas em um nível aceitável (PEDROSO et al., 2018).

O tratamento com produtos químicos sintéticos ainda é o mais empregado, por ter simplicidade na execução e melhor custo/benefício (SILVA, 2016). Porém, a agricultura tem procurado medidas alternativas para o tratamento de sementes e controle de doenças, que proporcionam maior preservação ambiental e melhor qualidade de vida (SANTOS, 2018). Porém, a exposição aos pesticidas traz risco a saúde humana e animal, pois a contaminação com tais traz doenças como as neurodegenerativas e de efeito carcinogênico, além dos problemas ambientais, tais como a contaminação de águas superficiais, subterrâneas e solos (BASTOS et

al., 2020; MIRANDA, 2019). Com isso, a uma busca incessante por alternativas que sejam viáveis no manejo de patógenos de sementes.

### 3.7 USO DE MICROONDAS NO TRATAMENTO DE SEMENTES

Desde meados do século XVIII, a comunidade científica demonstrou interesse pela interação entre os campos eletromagnéticos e os processos biológicos, nas suas mais variadas frequências, entre as quais as microondas (BANIK et al., 2003).

Avaliar a eficácia da radiação microondas em quatro espécies de fungos, tendo como objetivo determinar a menor combinação tempo/temperatura que permitiria eliminá-los. Os autores irradiaram os fungos a 50°C, 55°C, 60°C, 65°C, 70°C, 75°C e 90°C, durante 0,5, 1,0 e 2,0 minutos, recorrendo a um processador de microondas (PAYETTE et al. 2015).

O contato das ondas eletromagnéticas na radiação do microondas, geram campo elétrico oscilante, essa oscilação é responsável por provocar a geração de calor no interior do material, aquecendo os produtos de dentro para fora. O método é tão rápido e eficaz que o processo deve ser controlado para que as amostras não se sejam superaquecidas. O aquecimento pelo método condutivo por exemplo, é realizado de fora para dentro, o que o torna mais lento. Esse contato paralisar a reprodução dos fungos já que a exposição a luminosidade e a altas temperaturas danificam o seu sistema reprodutor (SOUZA et al., 2002).

O aquecimento dos grãos em um campo de microondas, são praticamente instantâneos, se comparado com métodos convencionais, como o caso da estufa em que o transporte de calor da superfície para o centro do aparelho ocorre 10 a 20 vezes mais lento (GARCIA, 2014).

O tratamento por microondas 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).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Fitossanidade do Semiárido (LAFISA) do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (CDSA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), campus Sumé- Paraíba, no período de junho a julho de 2022.

### 4.2 OBTENÇÃO DAS SEMENTES

Foram utilizadas sementes de Feijão de caupi (*V. unguiculata*), safra de 2019, oriundas da Fazenda Saco, localizada 95 HF+X8- Sumé-PB.

### 4.3 TRATAMENTOS

Os tratamentos foram constituídos por: T1- Testemunha: sementes as quais não foram submetidas a nenhum tipo de tratamento; T2- Fungicida dicarboximida (240g. 100 kg<sup>-1</sup> de sementes) aplicado diretamente na superfície das sementes; T3-10''/2,45 GHz/900w; T4- 20''/2,45 GHz/900w; T5-30''/2,45 GHz/900w; T6-40''/2,45 GHz/900w; T7- 50''/2,45 GHz/900w; T8- 60''/2,45 GHz/900w; T9-1'10''/2,45 GHz/900w; T10- 1'20''/2,45 GHz/900w. Não realizamos antes dos tratamentos nenhum teste de umidade da semente.

### 4.4 TESTE DE SANIDADE

Foram utilizadas 100 sementes por tratamento, distribuídas em cinco repetições de vinte sementes em cada placa de petri. Para avaliar a sanidade das sementes foi utilizado o método do papel filtro (Blotter test), no qual foi utilizado duas camadas de papel filtro umedecido com água destilada e esterilizada. As sementes permaneceram incubadas durante 7 dias sob temperaturas de  $25^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$  e fotoperíodo de 12 horas (BRASIL, 2009).

Para a identificação do patógeno nas sementes, foram realizadas leituras em microscópio estereoscópico, após a incubação. Os resultados foram expressos em percentagem de sementes infectadas (SING; SHIN; CHUNG, 1999; MENEZES; OLIVEIRA, 1993). Foi utilizado o Manual de Análise Sanitária do Ministério da Agricultura para comparar e confirmar

os fungos encontrados. Pela fórmula de incidência foi determinado o percentual de fungos, e a percentagem de sementes infectadas através dos resultados obtidos (BRASIL, 2009).

#### 4.5 TESTE DE QUALIDADE FISIOLÓGICA

No teste de germinação, foram utilizadas 100 sementes por tratamento, divididas em quatro repetições de 25 sementes cada. As mesmas foram distribuídas em papel germitest previamente esterilizado e umedecido com água destilada e esterilizada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, em seguida foram adicionadas em sacos plásticos transparentes, evitando perda de água por evaporação. Logo após, as sementes foram incubadas em estufa tipo B.O.D (Biochemical Oxygen Demand) com temperatura regulada a 25 °C e fotoperíodo de 12 horas. As avaliações foram feitas no quinto e sétimo dia, após a semeadura, considerando plântulas normais aquelas que apresentaram sistema radicular com 2 cm de comprimento. Os resultados foram expressos em percentagem média de germinação (BRASIL, 2009). A qualidade fisiológica foi analisada pelos seguintes testes: Primeira contagem (PC), percentual de germinação (PG), percentual de sementes mortas (SM) e duras (SD), comprimento de parte aérea (CPA) e comprimento de raiz (CPR).

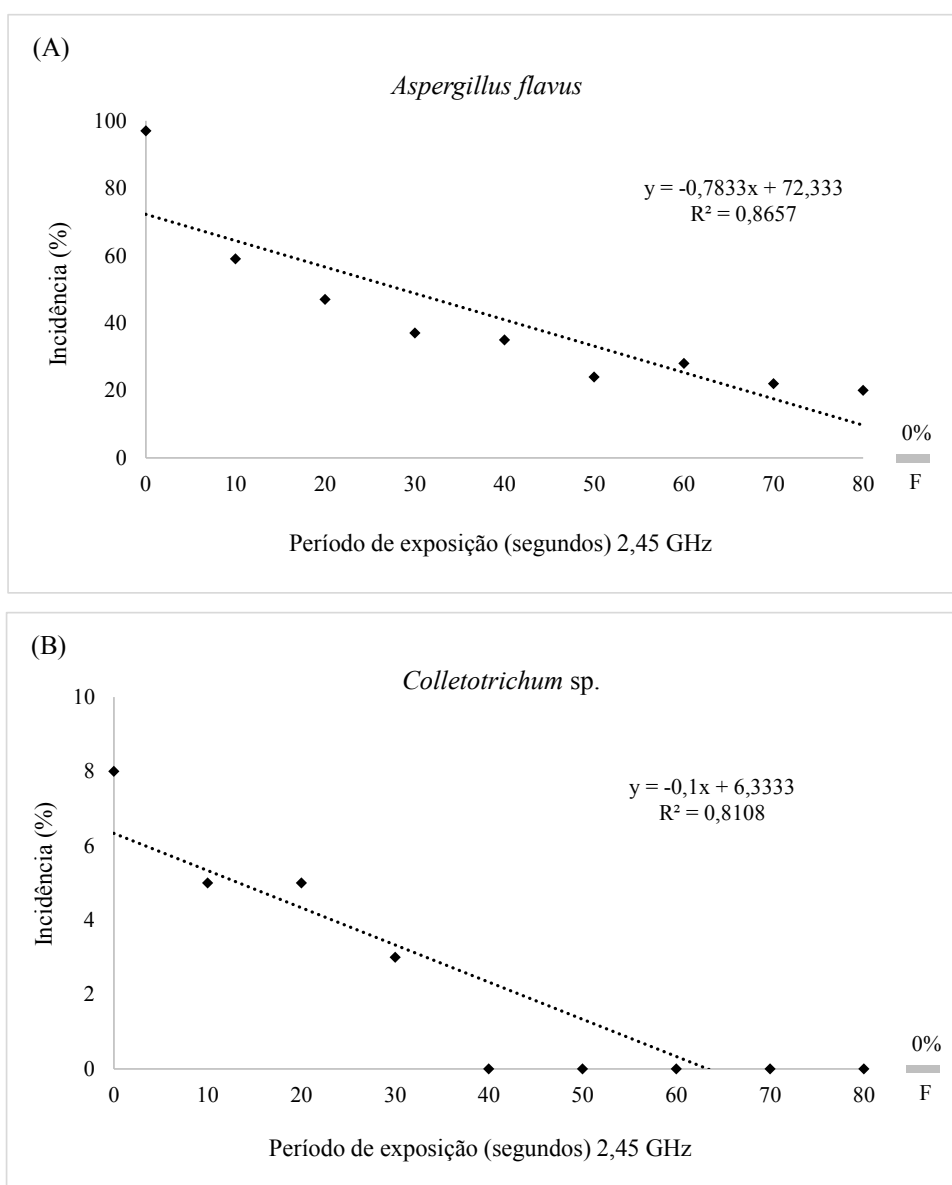
#### 4.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento utilizado nos experimentos da análise sanitária e fisiológica foi o inteiramente casualizado (DIC). Os testes de sanidade consistiram em dez tratamentos, distribuídos em cinco repetições de vinte sementes cada e os testes fisiológicos também consistiram de dez tratamentos, sendo quatro repetições de vinte cinco sementes. Os dados foram submetidos à análise de variância. Realizou-se análise de regressão para os dados quantitativos com a significância dos modelos verificados pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

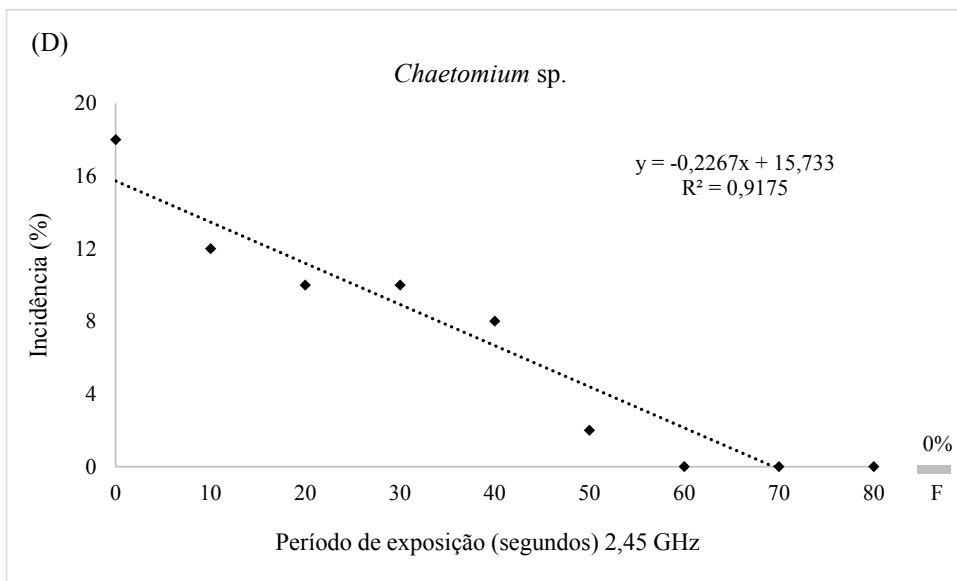
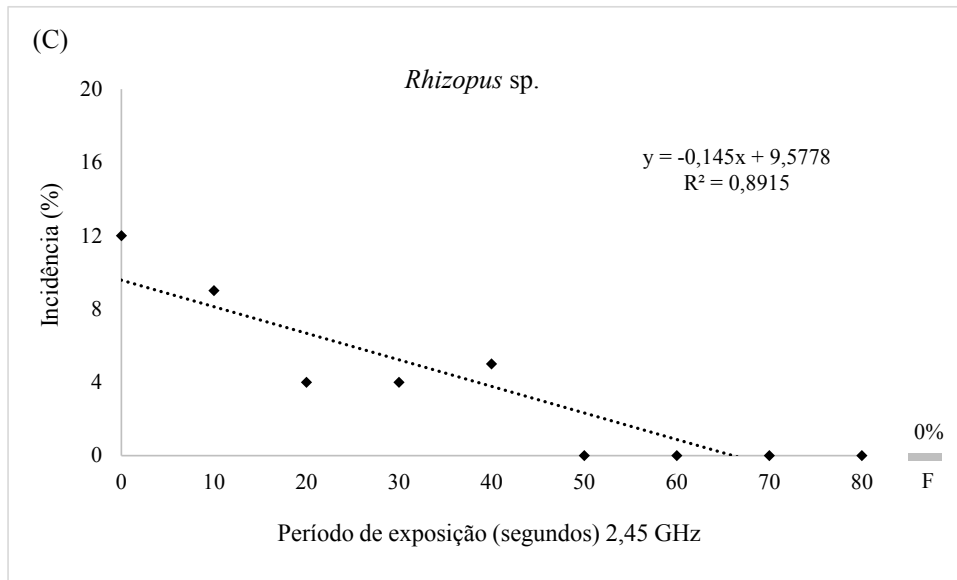
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 apresenta os resultados da incidência de fungos identificada em sementes de *V. unguiculata*. Observou-se para o fungo *Aspergillus flavus* (Gráfico 1A) que todos os períodos de exposição das sementes as ondas eletromagnéticas foram eficazes na redução. O tratamento pela exposição das sementes por 80 segundos, quando comparados aos demais foi o que obteve melhor resultado, apresentando uma incidência de 20% e redução de 77% quando comparado com as sementes não submetidas aos tratamentos.

**Gráfico 1** - Incidência de *Aspergillus flavus* (A), *Colletotrichum* sp. (B), *Rhizopus* sp. (C) e *Chaetomium* sp. (D) em sementes de *V. unguiculata* submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz. F = fungicida.







O Gráfico (1B) apresenta os resultados da incidência do fungo *Colletotrichum sp.*, onde verificou-se que todos os períodos de exposição foram eficientes na redução. Entretanto, os tempos de 40'' à 80'' erradicaram o *Colletotrichum sp.* A antracnose, causada por *Colletotrichum sp.* é uma das doenças mais importantes e cosmopolitas na cultura do feijoeiro. Por causa de sua fácil disseminação, os danos podem alcançar 100% em áreas com cultivares suscetíveis. Além disso, a doença causa inúmeros problemas como manchas e lesões nos grãos, depreciando a qualidade do produto (WENDLAND, LOBO JUNIOR; FARIA, 2018).

Para análise da incidência de *Rhizopus sp.* (Gráfico 1C), verificou-se resultados semelhantes aos encontrados para *Colletotrichum sp.*, onde os períodos de exposição mais eficientes para a redução foram 50'', 60'', 70'' e 80''. O gênero *Rhizopus sp.* é representado por aproximadamente 158 espécies de fungos. Esta espécie apresenta três variações: *R. stolonifer*

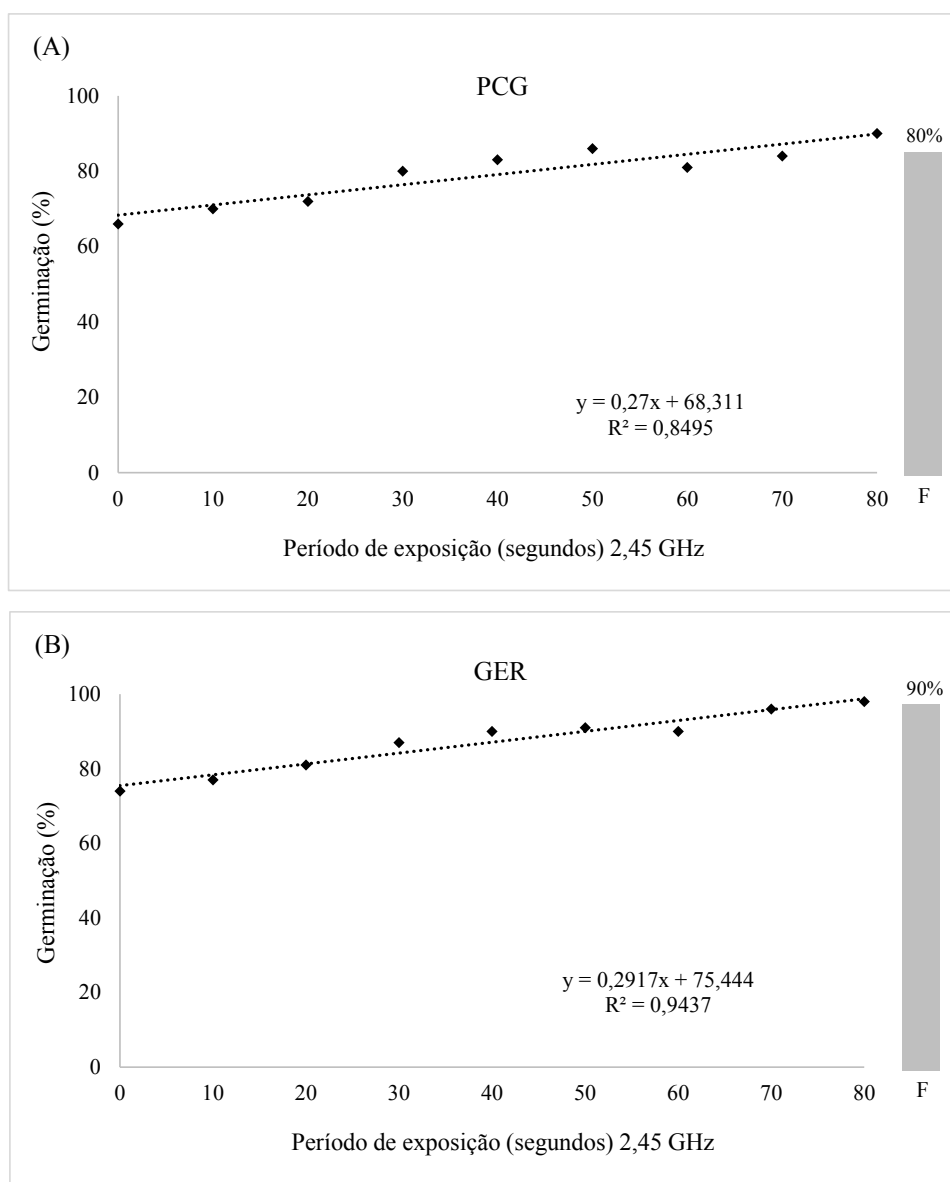
var. *luxurians*, *R. stolonifer* var. *lyococcus* e *R. stolonifer* var. *stolonifer*, sendo este descrito pela primeira vez no ano de 1902 (INDEX FUNGORUM, 2014). *Rhizopus* sp. é um fungo bastante nas sementes de feijão-caupi, especialmente se elas forem armazenadas com elevados teores de umidade constitutiva ou em ambientes com elevada umidade relativa do ar. Quando esses fatores se somam altas temperaturas, a incidência tende a ser maior (ATHAYDE, 2018).

Observou-se para o fungo *Chaetomium* sp. que todos os períodos de exposição foram eficientes na redução do fungo, mas, no entanto, apenas os tempos de 60", 70" e 80" erradicou o patógeno. *Chaetomium* sp. é fungo que degrada a celulose e a lignina, e consegue sobreviver em diversos substratos, sob condições secas permanece viável por 25 anos ou mais (GUARRO, et al., 2012).

Percebemos a redução e a erradicação dos fungos que foram encontrados nas sementes que passaram pelos tratamentos a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas, e isso dá devido a luminosidade e a altas temperaturas que paralisam a reprodução deles, sendo comprovando pela tendência das retas dos gráficos que vai caindo a sua incidência de acordo com o aumento dos períodos de exposição.

Em relação a Primeira Contagem de Germinação (PC) observou-se no Gráfico (2A) que os tratamentos apresentam resultados positivos em relação as sementes não tratadas, verificando um incremento de 20% no período de exposição a 80". Essa relação se dá pelo fato de que as ondas eletromagnéticas foram muito eficientes na redução de fungos, que são causadores de danos nas sementes e provocam a morte das mesmas. Por outro lado, podemos destacar o efeito das ondas eletromagnéticas na germinação, pois o aumento da temperatura pode proporcionar uma aceleração no metabolismo e distúrbios na fisiologia das sementes. A primeira contagem de germinação é o correspondente à percentagem acumulada de plântulas, observando-se a emergência dos cotilédones e o surgimento do hipocótilo, e ao 4º dia após o início do teste (BRASIL, 2009).

**Gráfico 2** - Percentual da primeira contagem da germinação (PCG) (2A) e germinação (GER) (2B) de sementes de *V. unguiculata* submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz. F = fungicida.



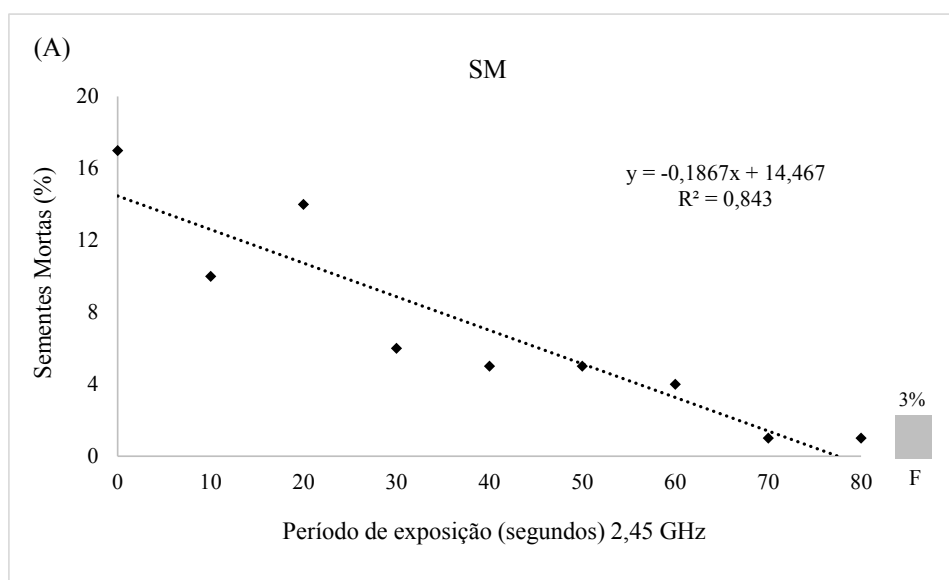
A avaliação da germinação constatou que todos os tratamentos apresentaram valores acima de 80% comprovando que não houve interferência de forma negativa de nenhum dos tratamentos como apresenta o Gráfico 2B. Ressaltando o efeito positivo no percentual de primeira contagem e no processo germinativo da semente, reduzindo os fungos e promovendo um aumento de 15% na germinação, principalmente quando expostas ao tempo de 80". Segundo Oliveira et al. (2018), a germinação do feijão acontece quando ocorre a ativação dos mecanismos de reserva, o crescimento do eixo embrionário e conseqüentemente a plúmula e cotilédones. Explicando mais detalhadamente, a semente, em meio aquoso, irá absorver água por osmose, que vai fazer com que enzimas dentro do feijão sejam ativadas com o intuito de

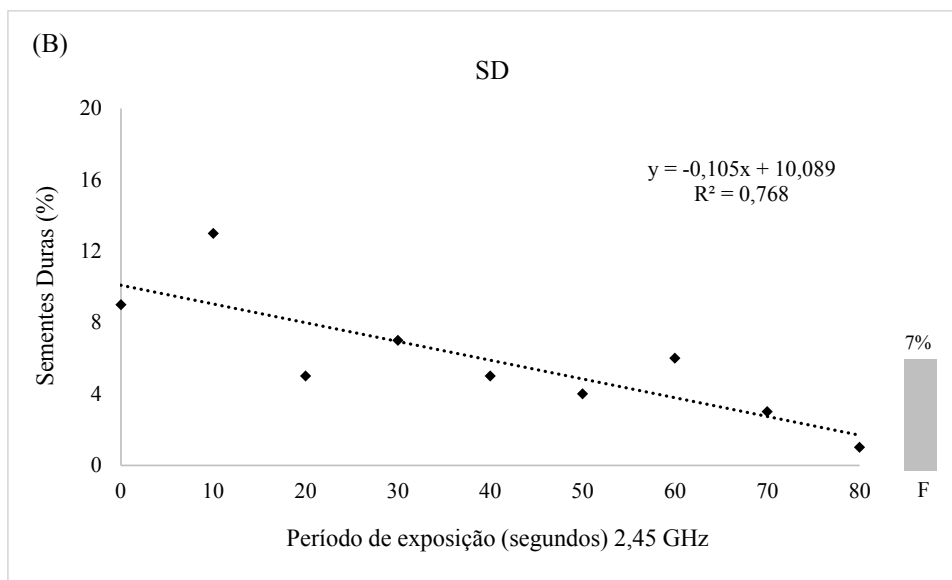
“quebrar” os cotilédones num processo chamado hidrolização, esse processo libera energia para que o embrião possa se desenvolver (MORAIS et al., 2018). O efeito das ondas eletromagnéticas no poder germinativo da semente se dá por causa do efeito térmico que o mesmo possui, bem como sua baixa umidade, que está ligada ao teor de umidade inicial dos grãos em geral (SOUZA et al., 2002; CAMPANA et al., 1993). Para fins explicativos esses efeitos ocorrem, pois, a energia que é absorvida, maior potência de saída da radiação, bem como seu tempo de exposição, através desses fatores o objeto em questão poderá absorver uma maior quantidade de energia, com isso, ocorrerá o aquecimento (ABU ELSAOUD et al., 2017).

Os percentuais de sementes mortas estão apresentados no Gráfico 3A, onde observa-se que existe uma tendência de redução entre os períodos de exposição e o número de sementes mortas, mostrando a eficácia dos tratamentos através do declínio percentual.

O percentual de sementes mortas é compreendido através da classificação na qual às sementes mortas, são aquelas que, no final do teste de germinação estiverem úmidas, com aspecto macio e, em alguns casos, atacadas por microrganismos, além de emitirem secreções com aspecto purulento (BRASIL, 2009).

**Gráfico 3** - Percentual de sementes mortas (SM) (3A) e sementes duras (SD) (3B) de sementes de *V. unguiculata* submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz. F = fungicida.



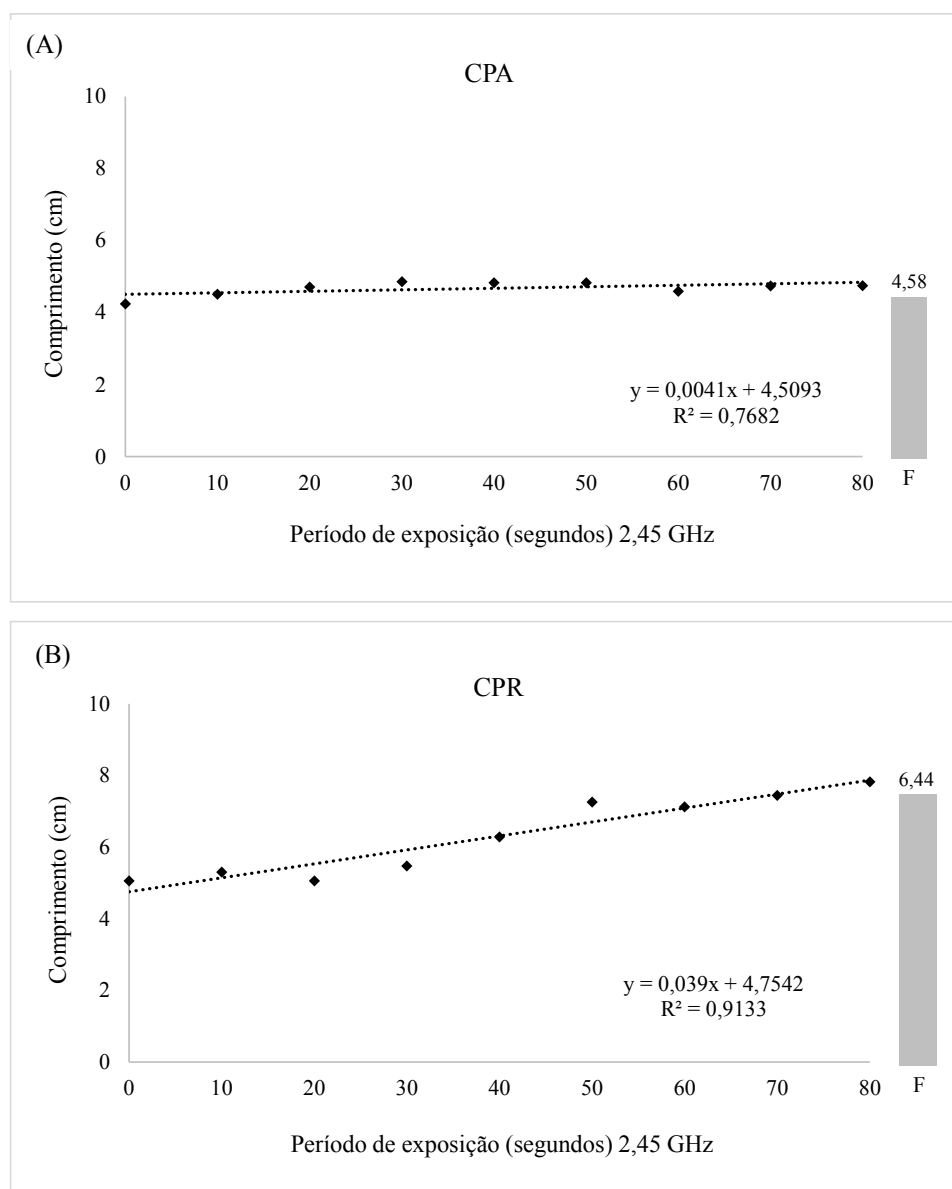


As médias da porcentagem de sementes duras de *V. unguiculata*, estão apresentadas no Gráfico 3B. Verificou-se que maior eficácia no tempo de exposição de 80", demonstrando uma maior eficiência na redução de sementes duras. O percentual de sementes duras é considerado através daquelas sementes que não conseguem absorver água e apresentam ao final do teste de germinação um aspecto enrijecido, sendo assim, os dados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

Os resultados do comprimento da parte aérea de *V. unguiculata*, estão apresentados no Gráfico 4A, onde não foi encontrado efeito significativo dos tratamentos em função do crescimento. Isso pode ser explicado devido ao fato de que os patógenos encontrados possuem como características o saprofitismo e condições de armazenamento, não ocorrendo diretamente na parte aérea durante a fase de plântula.

Os testes baseados no desempenho de plântulas, a exemplo do comprimento, foram desenvolvidos, no momento que ocorre maior consumo de energia para essas atividades de reparo, ou seja, expansão do tecido vegetal. Com isso, sementes mais vigorosas originam plântulas mais desenvolvidas, refletindo a eficiência da ação de mecanismos de reparo, mobilização de reservas e síntese de novos tecidos durante a germinação (MARCOS FILHO, 2015).

**Gráfico 4** - Comprimento de parte aérea (CPA) (4A) e raiz (CPR) (4B) de plântulas de *V. unguiculata* submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz. F = fungicida.



A análise de crescimento se destaca como método preciso, rápido e acessível relativamente simples, de baixo custo, não exigem equipamentos especiais nem treinamento profundo. Possibilita o estudo do desempenho da plântula em diferentes condições de ambiente e sob práticas de manejo, sendo possível a avaliação da contribuição dos diferentes processos fisiológicos sobre o desempenho vegetal (RADFORD, 1967; LOPES; LIMA, 2015).

No Gráfico 4B estão apresentados os resultados do comprimento da raiz em função dos períodos de exposição das sementes as microondas. Observou-se o crescimento do desenvolvimento radicular gradativamente ao aumento dos períodos de exposição. Assim,

podemos correlacionar com o fungo *Colletotrichum* sp. que é um fungo de solo, e obteve uma redução nos tempos de exposição de 40", 50" e 60" e uma erradicação nos períodos de 70" e 80". As doenças de origem fúngica têm sido relatadas por pesquisadores e produtores que vem provocando danos tanto na raiz como na parte aérea de plantas de feijão-caupi, comprometendo a produção desse grão nas regiões Norte e Nordeste brasileiro (CARDOSO et al., 2018).

## 6 CONCLUSÃO

Foram identificados em sementes de *V. unguiculata* os seguintes gêneros fungicos: *Aspergillus flavus* (72%); *Colletotrichum* sp. (6,1%); *Rhizopus* sp. (9,5%) e *Chaetomium* sp. (18%).

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. Sendo, os períodos de 40 a 60 segundos conseguiram reduzir a incidência dos fungos, e tempos de exposição de 70 a 80 segundos conseguiu erradicá-los

Não houve influência negativa dos tratamentos na qualidade fisiológica. Mostrando-se como uma grande aliada para pequeno produtor, já que por sua vez é uma tecnologia de baixo custo.



## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, D.G.; **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de Feijão-Caupi**. Belém-PA, 2019.
- ATHAYDE SOBRINHO, C; DIAS, L. R. C.; SANTOS, A. R. B.; PAZ FILHO, E. R. da; CARDOSO, M. J.; BASTOS, E. A. **Podridão de raiz e de caule em feijão-caupi em diferentes sistemas de manejo**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, P.18.2018.
- BANIK, S., BANDYOPADHYAY, S., & GANGULY, S. (2003). **Bioeffects of microwave - a brief review**. *Bioresource Technology*, 87(2), 155–159. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(02\)00169-4](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(02)00169-4).
- BIANCHINI FILHO, A., MARINGONI, A., CARNEIRO, B. S. M. T. P. G. **Doenças do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A., CAMARGO, L. F. A. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 2, p. 376-399, 2016.
- BIEMOND, P. C.; OGUNTADE, O.; KUMAR, P. L.; STOMPH, T. J.; TERMORSHUIZEN, A. J.; STRUIK, P. C. **Does the informal seed system threaten cowpea seed health?** *Crop Protection*, v. 43, n. 1, p. 166-174, 2013.
- BRASIL. **Manual de Análise Sanitária de Sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009b.
- BRASIL, **Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para Análise de sementes**. 1ªed. Brasília: SNDP/DNDV/CLAV, 2009, 399 p.
- BASSO, D. P. et al. **Late seed maturation improves the preservation of seedling emergence during storage in soybean**. *Journal of Seed Science*, Londrina, v. 40, n. 2, p. 194–201, abr./jun. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v40n2191893>. Acesso em: 25 out. 2022.
- BASTOS, P. L.; BASTOS, A. F. T. L.; GURGEL, A. do M.; GURGEL, I. G. D. **Carcinogenicidade e mutagenicidade do malathion e seus dois análogos: uma revisão sistemática**. *Ciência & Saúde Coletiva*. Recife. v. 25, n. 8, 2020.
- CONAB – **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira de grãos**, v.8 – safra 2021/22 – n.10 – décimo levantamento, julho 2022. Brasília: Conab, 2022, 38-42 p.
- DA COSTA, J. G. C. et al. **Reação à antracnose de variedades tradicionais de feijão comum coletadas no Estado do Paraná**. In: Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 11., 2014, Tecnologias para a sustentabilidade da cultura do feijão: anais. Londrina: IAPAR, 2014.
- DUROJAYE, H. A.; MOUKOUMBI, Y. D.; DANIA, V. O.; BOUKAR, O.; BANDYOPADHYAY, R.; ORTEGA-BELTRAN, A. Evaluation of cowpea (*Vigna*

unguiculata(L.) Walp.) **landraces to bacterial blight caused by Xanthomonas axonopodispv. vignicola**.Crop Protection, v. 116, p. 77-81, 2019.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F.; PADUA, G. P.; LORINI, I. **Características fisiológicas da semente: vigor, viabilidade, germinação, danos mecânicos tetrazólio, deterioração por umidade tetrazólio, dano por percevejo tetrazólio e sementes verdes**. Embrapa Soja-Capítulo em livro científico (ALICE), 2018.

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J.A.A. L.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão-caupi: avanços tecnológicos** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnologia, 2005. 519p.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. S. R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão Caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Embrapa Meio Norte, Teresina, 84 p. 2011.

GOMES, R.S.S.; NUNES, M.C.; NASCIMENTO, L.C.; SOUZA, J.O.; PORCINO, M.M. **Eficiência de óleos essenciais na qualidade sanitária e fisiológica em sementes de feijão-fava (Phaseolus lunatus L.)**. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Campinas, v.18, n.1, supl. I, p.279-287, 2016.

GUPTA, R. K.; ARYA, M.; KUMAR, A.; KUMARI, P. **Study on Genetic Variability in Cowpea [Vigna unguiculata(L.) Walp]**. Current Journal of Applied Science and Technology, v. 33, n. 2, p. 1-8, 2019.

INDEX FUNGORUM. **Fungos**. Disponível em: <http://www.indexfungorum.org>. Acesso em: 23 maio de 2023.

LOPES, N. F.; LIMA, M. G. S. **Interceptação e distribuição da energia radiante em comunidades terrestres**. In: LOPES, N. F.; LIMA, M.G. S. Fisiologia da produção. Viçosa, MG: Ed. UFV, 117-144p., 2015.

LOZADA, M.I.O. **Eficiência de óleos essenciais para o controle de Colletotrichum gloeosporioides f. sp. cepae em sementes de cebola e seu efeito na qualidade fisiológica**.2016. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2016.

MACHADO, J.da C. **Benefícios da sanidade na qualidade de sementes**. In: WORKSHOP BRASILEIRO SOBRE O CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES, 3., 2010, Uberlândia. Resumos. Uberlândia: UFU, 2010. P.18-19.

MAGALHÃES ID et al. 2017. **Physiology and grain yield of common beans under evapotranspirated water reposition levels**. Irrigation & Drainage Systems Engineering 6: 1-8.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2 ed. ABRATES, 2015. 659 p.

MESQUITA, D. C. M. et al. **Antagonismo in vitro de Trichoderma spp. a Sclerotinia sclerotiorum do feijão comum.** Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia-Artigo em periódico indexado. Agropecuária Científica no Semiárido, v. 13, n. 1, p. 1-4, ago. 2017.

MIRANDA, C.; OLIVEIRA, R.M. de. **Utilización de agrotóxicos em el asiento tres puntos.** Municipio de Perolania (GO): factores de riesgo a la salud. Revista Geográfica da América Central, Heredia, n63, p.322338.2019.

NUNES, RENAN T.C. **Qualidade fisiológica e produção de sementes de feijão-caupi submetidas a doses de molibdênio e população de plantas.** Revista de Ciências Agrárias, Vitória da Conquista, v. 40, n. 3, p. 533-546, 2016.

PADDER, B. A. et al. **Colletotrichum lindemuthianum, the causal agent of bean anthracnose.** Journal of Plant Pathology, v. 99, n. 2, p. 317-330. 2017.

PAYETTE, M., WORK, T. T., DROUIN, P., & KOUBAA, A. (2015). **Efficacy of microwave irradiation for phytosanitation of wood packing materials.** Industrial Crops and Products, 69(15), 187–196. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.01.030>.

PEDROSO, D. C.; LEMES, E. L.; OLIVEIRA, S. de.; TUNES, L. M. de.; JUNGES, E.; MUNIZ, M. F. B. **Tratamento químico e biológico: qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cenoura durante o armazenamento.** Pesquisa Agropecuária Pernambucana, Recife, v.23, n.1, p.173, 2018.

PEREIRA, M. S. **Aplicação de secagem por microondas no tratamento de cascalho de perfuração.** 2013. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

PEREIRA, R. B.; SILVA, P. P.; NASCIMENTO, W. M.; PINHEIRO, J. B. **Tratamento de sementes de hortaliças.** Distrito Federal: Embrapa Hortaliças, 2015. 16p (Circular Técnica, nº 140).

SANTOS, J.C.S; LEITE, A.S; ALMEIDA, A.R.A. SILVA NETO, J.M.S.; SILVA, D.S. **Incidência de fungos em sementes de feijão-caupi procedentes da agricultura familiar.** In: Congresso Internacional das Licenciaturas-COINTER PDVAgro,2, Anais, 2017. DOI:10.31692/2526-7701.IICOINTERPDVAGRO.2017.00348.

SILVA, F. M. **Avaliação da produtividade de feijão-caupi (Vigna unguiculata L. Walp) em diferentes populações e espaçamentos nas condições edafoclimáticas do município de Paragominas – PA.** 2017. 2017. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Paragominas, PA, 2017.

SOUZA, G. B.; NOGUEIRA, A. R. A.; RASSINI, J. B. **Determinação de matéria seca e umidade em solos e plantas com forno de microondas doméstico.** São Carlos, Sp: Embrapa, 2002. 9 p.

SZARESKI, V. J. et al. **Pre-harvest desiccation and seed production in soybean crops.** International Journal of Current Research, v. 8, n. 11, p. 41534–41537, nov. 2016. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/311453929\\_PREHARVEST\\_DESICCATION\\_AND\\_SEED\\_PRODUCTION\\_IN\\_SOYBEAN\\_CROPS](https://www.researchgate.net/publication/311453929_PREHARVEST_DESICCATION_AND_SEED_PRODUCTION_IN_SOYBEAN_CROPS). Acesso em: 25 out. 2022.

WENDLAND, A.; LOBO JUNIOR, M.; FARIA, J.C. **Manual de identificação das principais doenças do feijoeiro-comum**. Embrapa, ISBN 978-85-7035-862-2, 49p. 2018.