



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

DANNIELY SILVA SANTOS

**FISIOLOGIA E SANIDADE DE SEMENTES DE SOJA UTILIZANDO ONDAS
ELETROMAGNÉTICAS**

**SUMÉ - PB
2022**

DANNIELY SILVA SANTOS

**FISIOLOGIA E SANIDADE DE SEMENTES DE SOJA 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
2022**



S237f Santos, Danniely Silva.
Fisiologia e sanidade de sementes de soja utilizando ondas eletromagnéticas. / Danniely Silva Santos. - 2022.

35 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. Sementes de soja. 2. Fisiologia de sementes de soja. 3. Sanidade de sementes de soja. 4. Soja - sementes. 5. Cultura da soja. 6. Ondas eletromagnéticas - sementes de soja. 7. Tecnologia de sementes. 8. Patologia de sementes. 9. Manejo de fungos - sementes. 10. Fungos em sementes de soja. I. Medeiros, José George Ferreira. II. Título.

CDU: 631.53.01(043.1)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

DANNIELY SILVA SANTOS

**FISIOLOGIA E SANIDADE DE SEMENTES DE SOJA 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:

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

**Professora Dra. Thamires Kelly Nunes Carvalho.
Examinadora Externa - Faculdade Palmares - FAP**

**Professor Dr. Edvaldo Eloy Dantas Júnior.
Examinador Interno - UATEC/CDSA/UFCG**

Trabalho aprovado em: 05 de abril de 2022.

SUMÉ - PB

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradecer a Deus e a Nossa Senhora das Graças por toda força necessária para que eu pudesse chegar até aqui, por não ter soltado a minha mão nos momentos mais difíceis quando eu quis fraquejar e desistir de tudo, obrigada senhor por nunca me abandonar.

Agradeço a minha mãe Francisca Raquel, mulher forte e guerreira que nunca mediu esforços para me manter estável em Sumé durante todos os anos de graduação, minha gratidão por todo apoio e por todo esforço que fez por mim, a senhora é meu exemplo de vida e quero um dia ser metade do que a senhora é.

A meus irmãos, Rannielle Nunes e Wesley Silva por estarem sempre comigo, por me apoiarem, por serem minha base, meu alicerce, meu abrigo, vocês nunca mediram esforços para me ajudar e me manter em Sumé da melhor forma possível, a vocês a minha eterna gratidão.

A meu padrasto Aldene Nunes por não medir esforços para que eu pudesse chegar até aqui, gratidão por sempre me apoiar e não me deixar fraquejar nas horas difíceis.

A meu avô José Genésio por todos os ensinamentos, por todo cuidado, carinho e preocupação comigo durante os anos que passei fora de casa, e por ter sempre me incentivado a chegar aqui.

Agradeço aos demais familiares que se fizeram presente durante toda essa caminhada. Aos amigos que fiz durante toda a graduação, Beatriz Brito, Marcos Vinicius, Karoline Borges, Yasmine Valadares, Lucas Ferreira, Lucas Nascimento, Aisla Rayane, Isadora Fernandes, Priscila Kelly, Camila Feitosa, Yanka Beatriz, Matheus Medeiros, Marthyanna Diniz, Brenda Soares, Ravenna Lins, vocês foram essenciais para que eu não me sentisse sozinha nessa longa jornada, cada um faz parte da minha vida.

A minha família do EJC Magnificat, por serem meu abrigo durante nossas reuniões, Deus foi incrível quando escolheu cada um de vocês para fazerem parte da família que eu teria em Sumé, cada um tem um lugar especial no meu coração.

A minha parceira de apartamento Suelen Lins, por compartilhar comigo momentos bons e ruins, por ter cuidado de mim como uma mãe e não ter me deixado sentir-se sozinha no dia em que cheguei no nosso apartamento, você foi uma pessoa importante durante essa caminhada.

Ao meu parceiro de graduação, amigo da vida e irmão de alma Hugo Bernardino, por

esta comigo durante toda graduação por ser minha dupla em absolutamente tudo incluindo os bons e ruins momentos, sou grata por você fazer essa jornada se tornar mais leve.

A minha irmã de alma e melhor amiga Laís Vaz, você foi o meu porto seguro, e continua sendo independentemente de onde eu esteja, compartilhamos muitas histórias durante todos esses anos e passamos por muitas coisas juntas, você é a certeza de que Deus coloca anjos na nossa vida em forma de pessoa, obrigada amiga por ter segurado a minha mão e por ter sido minha família nessa jornada.

A minha parceira de início da graduação Rebeca Soares por ter me acolhido da melhor maneira, gratidão por nossa jornada juntas, seguimos graduações diferentes em cidades diferentes, mas continuamos amigas, você foi minha âncora ao chegar na universidade, grata demais por ter você em minha vida.

Ao meu trio, Anaine Ararura e Damião Nunes por estarem comigo desde o início e nunca terem me abandonado e terem tornado a jornada, mas leve a cada volta para casa, vocês são uma parte importante de minha vida e que estaremos juntos para sempre.

Ao meu orientador o Prof. Dr. José George Ferreira de Medeiros, por todos os ensinamentos, pela paciência durante a construção desse trabalho, pelos conselhos, e por ter acreditado na minha capacidade, os momentos no LAFISA, foram de extrema importância para meu crescimento pessoal e profissional, meu muito obrigado professor.

A Universidade Federal de Campina Grande, e ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido.

Ao Laboratório de Fitossanidade do Semiárido- LAFISA.

A todo o corpo docente do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido em especial aos professores da Unidade Acadêmica de Tecnologia do Desenvolvimento.

Agradeço a todos que fizeram parte desse momento comigo e contribuíram para minha formação pessoal e profissional.

RESUMO

A qualidade da semente de soja (*Glycine max* L.), é de extrema importância para que a cultura obtenha sucesso na sua produção, por sua vez a semente atua como um meio de disseminação de doenças. Portanto, o tratamento de sementes é um parâmetro indispensável no manejo e controle de doenças. Desta forma, objetivou-se avaliar os efeitos das ondas eletromagnéticas na qualidade fitossanitária e fisiológica da semente de soja. Foram utilizadas sementes de soja lote: A5132BJ002, cultivar: A5 3310 IPRO, submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas, os tempos de exposição foram de 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 segundos e fungicida (dicarboximida) em microondas a uma potência de 900w e frequência de 2,45 GHz. Para o teste de sanidade foram utilizadas 100 sementes por tratamento, distribuídas em cinco repetições de vinte sementes cada. Em seguida as sementes foram incubadas em placas de petri contendo dupla camada de papel filtro “Blotter Test”, esterilizado e umedecido com ADE. No teste de germinação, também foram utilizadas 100 sementes por tratamento, divididas em quatro repetições de vinte cinco sementes. As mesmas foram semeadas em papel germitest primeiramente 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 nas sementes de soja os seguintes fungos: *Aspergillus niger* (6%), *Aspergillus flavus* (45%), *Penicillium* sp. (18%) e *Fusarium* sp. (8%). Os períodos de exposição a ondas eletromagnéticas durante 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 e 160 segundos a 2,45 GHz foram eficientes na redução dos fungos identificados. A exposição das sementes de soja nos períodos de 80, 100, 120, 140 e 160 segundos a 2,45 GHz, influenciou negativamente na qualidade fisiológica das sementes. A qualidade sanitária e fisiológica foi favorecida quando as sementes de soja foram expostas por 20, 40 e 60 segundos a 2,45 GHz.

Palavras-chave: Patologia de Sementes; Tecnologia Alternativa; Manejo de Fungos.

SANTOS, D. S. **Physiology and sanity of soybean seeds using electromagnetic waves**. Sumé- PB, 2022. 35f. Monograph (Graduate in Biosystems Engineering), Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande, Sumé – Paraíba – Brazil, 2022.

ABSTRACT

The quality of soybean seed (*Glycine max* L.) is extremely important for the culture to be successful in its production, in turn, the seed acts as a means of spreading diseases. Therefore, seed treatment is an indispensable parameter in the management and control of diseases. Thus, the objective was to evaluate the effects of electromagnetic waves on the phytosanitary and physiological quality of soybean seeds. Soybean seeds were used lot: A5132BJ002, cultivar: A5 3310 IPRO, subjected to different periods of exposure to electromagnetic waves, exposure times were 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 seconds and fungicide (dicarboximide) in microwaves at a power of 900w and a frequency of 2.45 GHz. For the sanity test, 100 seeds were used per treatment, distributed in five repetitions of twenty seeds each. Then the seeds were incubated in petri dishes containing a double layer of “Blotter Test” filter paper, sterilized and moistened with ADE. In the germination test, 100 seeds were also used per treatment, divided into four replications of twenty five seeds. They were sown on germitest paper, first sterilized. The design used in the experiments of sanitary and physiological analysis was completely randomized (DIC). Regression analysis was performed for quantitative data with the significance of the models verified by the F test ($p \leq 0.05$). The following fungi were identified in soybean seeds: *Aspergillus niger* (6%), *Aspergillus flavus* (45%), *Penicillium* sp. (18%) and *Fusarium* sp. (8%). The periods of exposure to electromagnetic waves during 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 and 160 seconds at 2.45 GHz were efficient in reducing the identified fungi. The exposure of soybean seeds in the periods of 80, 100, 120, 140 and 160 seconds at 2.45 GHz had a negative influence on the physiological quality of the seeds. The sanitary and physiological quality was favored when the soybean seeds were exposed for 20, 40 and 60 seconds at 2.45 GHz.

Key-words: Seed Pathology, Alternative Technology, Fungal Management.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Incidência de <i>Aspergillus niger</i> em sementes de <i>Glycine max</i> submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz. F = fungicida.....	22
Gráfico 2 -	Incidência de <i>Aspergillus flavus</i> em sementes de <i>Glycine max</i> submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz. F = fungicida.....	23
Gráfico 3 -	Incidência de <i>Penicillium</i> sp. em sementes de <i>Glycine max</i> submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz. F = fungicida.....	23
Gráfico 4 -	Incidência de <i>Fusarium</i> sp. em sementes de <i>Glycine max</i> submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz. F = fungicida.....	24
Gráfico 5 -	Percentual de primeira contagem da germinação de sementes de <i>Glycine max</i> submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz. F = fungicida.....	26
Gráfico 6 -	Percentual da germinação de sementes de <i>Glycine max</i> submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz. F = fungicida (dicarboximida).....	26
Gráfico 7 -	Percentual de sementes mortas de <i>Glycine max</i> submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz. F = fungicida(dicarboximida).....	27
Gráfico 8 -	Percentual de sementes duras de <i>Glycine max</i> submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz. F = fungicida(dicarboximida).....	28

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	OBJETIVOS.....	11
2.1	OBJETIVO GERAL.....	11
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3.1	CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DA SOJA.....	12
3.2	IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA.....	12
3.3	QUALIDADE FISIOLÓGICA DA SEMENTE DE SOJA.....	13
3.4	QUALIDADE SANITÁRIA DA SEMENTE DE SOJA.....	14
3.5	FUNGOS EM SEMENTES DE SOJA.....	15
3.6	TRATAMENTO DE SEMENTES.....	17
3.6.1	Uso de Microrondas no Tratamento de Sementes.....	18
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4.1	LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS.....	20
4.2	INSTALAÇÃO DOS EXPERIMENTOS.....	20
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
6	CONCLUSÃO.....	29
	REFERÊNCIAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja é a leguminosa de maior destaque na agricultura do Brasil, apresentando uma importante relevância na economia, considerando o seu potencial produtivo e sua versatilidade com os seus grãos, podendo ser utilizada na formulação de ração animal, farinha, óleo, biocombustível, além do uso para alimentação humana (COSTA; SANTANA, 2013). De acordo com a CONAB (2021), o Brasil é o maior produtor mundial de soja, na safra de 2020/21 a sua produção foi cerca de 135.861 milhões de toneladas. O ganho de área cultivada tem sido o fator que impulsionou a produção, que atingiu nessa safra a marca de 38,5 milhões de hectares, e uma produtividade de 3.528 kg/ha, esse aumento de produção foi possível devido o investimento em melhoramento genético e novas tecnologias (HOLTZ, 2019).

Dentre as tecnologias utilizadas na cultura da soja, a semente é um insumo com maior importância e precisa ser priorizada. Para que uma lavoura de soja tenha êxito na sua produção, é essencial o uso de sementes de boa qualidade, que fornecerão plantas com vigor elevado e desempenho superior no campo. Vários processos podem interferir na qualidade das sementes, desde a sua colheita, beneficiamento, secagem, armazenamento, transporte, até a semeadura (FRANÇA NETO et al., 2016). Além disso, outro fator prejudicial a qualidade da produção de soja são as doenças. Dentre estas, se destacam as doenças fúngicas, que em maior parte, tem as sementes como seu principal veículo de propagação (GALLI; PANIZZI; VIEIRA, 2007).

Os fungos propagandeados pelas sementes de soja podem ocasionar grandes prejuízos nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura no campo, além de provocar perdas diretas como redução do poder germinativo, vigor, emergência, período de armazenamento e rendimento (EMBRAPA, 2012).

Geralmente, o controle químico tem sido o método, mas utilizado no tratamento de sementes (DOMENE et al., 2016), no entanto, a busca por métodos alternativos para tratamento de sementes tem ganhado uma atenção mundial, por causarem menos impacto ao meio ambiente em decorrência de sua origem, sejam estes, físico, biológicos, orgânicos ou naturais (BARROS et al., 2013).

O tratamento físico é um dos métodos populares mais seguros para melhorar a germinação de sementes, e o crescimento de plantas, levando em consideração que o impacto ambiental causado por ele muito pequeno. Elementos físicos por outro lado tem sido utilizado para alcançar uma melhora na mudança biológica nas plantas sem ocasionar impacto no ecossistema

(GOVINDARAJ et al., 2017).

Dentre os elementos físicos atualmente utilizados para tratamento de sementes estão, as ondas eletromagnéticas, inclusive como radiação ultravioleta e microondas, ultrassom, laser e radiação ionizante. A radiação de microondas e UV, são particularmente consideradas 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). Portanto, o presente trabalho tem como objetivo investigar o efeito das ondas eletromagnéticas na qualidade fisiológica e sanitária da semente de soja.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Determinar a qualidade sanitária e fisiológica da semente de soja (*Glycine max* L.), submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Detectar, identificar e quantificar os fungos associados as sementes de soja (*Glycinemax.*);

Determinar a eficiência das ondas eletromagnéticas na qualidade sanitária e fisiológica da semente de *Glycine max.*

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DA SOJA

A soja é uma planta que pertence ao reino Plantae, divisão Magnoliophyta, classe dicotiledôneas, ordem Fabales, família Fabaceae (Leguminosae), sendo seu sistema radicular pivotante, ricas em nódulo de bactérias *Bradyrhizobium* fixadoras de nitrogênio, subfamília Faboideae (Papilionoideae), gênero Glycine, espécie *Glycine max* e forma cultivada *Glycine max*, (L.) merril (SEDIYAMA, 2009).

A soja é uma planta anual, o seu ciclo pode variar entre 75 dias em algumas variedades precoces, chegando até 200 dias em variedades tardias. No Brasil a maioria das cultivares apresentam ciclo em torno de 90 a 150 dias (SEDIYAMA, 2009). Na descrição fenológica, existem dois estádios de desenvolvimento, sendo, o vegetativo e o reprodutivo. O vegetativo inicia-se na emergência da plântula até o início de florescimento. E o estágio reprodutivo iniciado no florescimento até a maturação das vagens.

Dentre os fatores ambientais que afetam a cultura da soja, o fotoperíodo e o período de luminosidade, possuem influência direta com o início da floração, e por consequência interfere na duração do ciclo. O desenvolvimento da soja é classificado em três categorias: indeterminado, semi determinado e determinado. Em relação ao seu ciclo, a soja pode apresentar quatro tipos de folhas: cotilenodares, primarias ou simples, folhas trifolioladas ou compostas e prófilos simples. Apresentam cores verde pálida e verde escura, a sua variação é de acordo com a cultivar (GOMES, 1990).

A fecundação das flores ocorre de forma autógama na sua maioria, isto é, a planta não necessita de pólen de outras plantas para que ele fecunde. As flores são constituídas de órgãos masculino e feminino, ficam localizadas na corola da planta para a sua proteção. A soja apresenta flores de coloração branca, purpura diluída ou roxa, o seu diâmetro varia de 3 a 8mm (SANTOS, 2011).

3.2 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA

Dentre as atividades agrícolas, a produção de soja tem sido nas últimas décadas, a que apresenta o maior crescimento expressivo na economia. Pode-se associar esse crescimento ao desenvolvimento e estruturação do mercado internacional que com o passar dos anos está cada vez mais consistente. O Brasil apresenta uma participação expressiva na oferta e demanda de produtos no setor agroindustrial da soja, (EMBRAPA, 2017).

De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), a área de soja plantada deve ter um aumento de 4,71 milhões de hectares, no qual, 4,18 milhões provem da soma de aumento das áreas dos Estados Unidos, Brasil e Argentina. O USDA avalia uma produção mundial média de 2910 kg/ha, no entanto, esta pode sofrer variações negativas levando em consideração o clima na época de plantio e colheita dos EUA, especialmente, no plantio e colheita da América do Sul. A produtividade mundial estimada é de 384 milhões de toneladas, contudo, pode ocorrer variações nesse número, dependendo do valor das áreas do Brasil e Argentina, principalmente das produtividades da safra 2021/22 desses países (CONAB,2021).

A produção nacional de grãos é estimada em 217,7 milhões de toneladas, com isso um aumento de 5,7% ou 14,7 milhões de toneladas superior ao produzido em 2019/20. A soja continua em destaque com sua alta produção com isso a sua estimativa de produção é 135,4 milhões de toneladas, 8,5 ou 10,6 milhões de toneladas superior à safra de 2019/20, a USDA afirma que o Brasil deve ter um aumento de área de 4,66% entre as safras 2020/21 e 2021/22, passando de 38,6 milhões de hectares para 40,4 milhões de hectares. Assim, o Brasil afirma o título como maior produtor mundial de leguminosa (CONAB, 2021).

O Brasil é o maior produtor mundial de soja atualmente, no país as regiões Sul e Centro Oeste se destacam como os maiores produtores, o Mato Grosso é o principal estado na produção de soja, na safra 2020/21 os produtores do estado podem chegar a marca de 35,43 milhões de toneladas. Nessa safra houve um aumento de área plantada de 3,4% e sua produção pode chegar a 133,7 milhões de toneladas no país (CONAB, 2021). De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) na safra 2020/21, a produção de grãos chegou a marca de 243.783,3 toneladas, dentre os grãos produzidos o milho teve um destaque e a sua produção somando a três safras produziu 86.650,1 toneladas, já a soja continuou sendo o grão, mas produzido no Brasil onde sua produção foi de 135.978,3, destacando o Centro Oeste e o Sul como os maiores produtores.

3.3 QUALIDADE FISIOLÓGICA DA SEMENTE DE SOJA

A qualidade da semente de soja tem como base quatro aspectos importantes, a qualidade fisiológica que se refere ao vigor e germinação da semente, a qualidade genética que mostra a semente da cultivar que se pretende semear, sem misturas varietais, essas são consideradas sementes puras geneticamente, qualidade sanitária, representa as sementes livres de patógenos ou sementes de plantas infestadas e qualidade física: sementes livres de

contaminantes, material inerte, fragmentos de plantas, insetos ou outras impurezas (FRANÇA NETO, 2016).

A semente será considerada de alta qualidade quando a mesma apresentar altas taxas de germinação, vigor e sanidade, apresentar pureza física e genética e não conter sementes infestadas, fará a semente ser avaliada como semente de boa qualidade (KRZYZANOWSKI, 2018). O potencial fisiológico das sementes é possível prejudicar indiretamente a produção da lavoura ao afetar a velocidade e a porcentagem de emergência das plântulas e o estande inicial, assim como, é possível afetar diretamente o rendimento de grãos, através de sua influência no vigor nas plantas resultantes (TEKRONY; EGLI, 1991)

A qualidade da semente de soja é influenciada por diversos fatores, esses podem ocorrer durante a fase de produção no campo, na colheita e secagem, no beneficiamento, armazenamento, transporte e semeadura. Esses fatores incluem variações ambientais extremas, abrangendo seca e temperaturas, deficiências na nutrição de plantas, ocorrência de insetos, além disto, diversos patógenos afetam a qualidade das sementes. Embora seja fatores diferentes, os mesmos contribuirão para a deterioração da semente. (FRANÇA NETO et al. 2016).

3.4 QUALIDADE SANITÁRIA DA SEMENTE DE SOJA

A sanidade da semente é importante pois a maioria das espécies de patógenos que atacam a cultura destinada a produção de alimentos são provindas das sementes, cerca de 90% das espécies (GOULART, 2004).

As sementes de soja no campo, são atacadas por um vasto número de microrganismos fitopatogênicos, causando problemas como perda de estande e no vigor das plantas, prejudicando diretamente a produtividade. Analisando a qualidade sanitária, sementes sadias são aquelas que não apresentam microrganismos indesejados. No entanto, nem sempre é possível, visto que, a qualidade da semente é diretamente influenciada pelas condições climáticas e de como foram produzidas e armazenadas (DETOMASI, 2016).

Existem três razões principais para considerar o teste de sanidade uma ferramenta de extrema importância, o teste reduz o inoculo no campo por patógenos propagado via semente, irá inibir a introdução e disseminação em áreas com ausência de patógenos, auxilia na elucidação de eventuais dificuldades na interpretação dos testes de germinação, visto que, a presença de fitopatógenos nas sementes, podem ser a causa de baixa germinação e vigor. Assim como, existe um número elevado de microrganismos fitopatogênicos que são

transmitidos pela semente de soja, evidenciando o grupo dos fungos como a mais comum (GOULART, 2018).

3.5 FUNGOS EM SEMENTES DE SOJA

A semente de soja transmite uma grande quantidade de microrganismos fitopatogênicos, dentre eles os fungos é o grupo mais numeroso. A incidência de fungos em semente de soja vem sendo evidenciada em vários países do mundo no qual a cultura é plantada. No ano de 1981, já existia cerca de 35 espécies de fungos disseminadas pela semente de soja (GOULART, 2018).

O patógeno *Phomopsis sojae*, reduz a qualidade da semente de soja, é classificado como o principal fungo a ocasionar baixa germinação nesta cultura. Essa doença aparece na planta na fase final do seu ciclo, sendo caracterizada por pontuações pretas, que se formam na haste, esse fungo sobrevive em resto de cultura ou semente infectada. Sua proliferação ocorre em grande parte por meio das sementes, outros meios são, as chuvas, os ventos e os restos culturais. A identificação do fungo causador do cancro de haste é feita através do teste de sanidade, onde a semente será o meio de cultura para realização desse teste as sementes infectadas por este fungo. Para o controle do fungo recomenda-se o uso de sementes saudáveis, tratamento, rotação de cultura e manejo adequado do solo. O tratamento de semente com fungicidas sistêmicos é eficaz para a erradicação do fungo (HENNING et al. 2014).

O fungo que ocasiona a antracnose a *Colletotrichum truncatum* tem nas sementes o mais eficiente veículo de disseminação, do mesmo modo que a *Phomopsis sojae*. A antracnose sob condições de alta umidade, causa apodrecimento e queda das vagens, abertura das vagens e germinação dos grãos em formação (Rogério et al., 2019). Em regiões com condições climáticas de altas temperaturas e precipitação elevada, é comum a infecção por apresentarem fatores favoráveis a doença, a exemplo do Cerrado. No teste de sanidade, após o tempo de incubação, é notável que a semente infectada apresente acérvulos típicos da espécie. O patógeno infecta a haste causando manchas castanho-escuras e a base do pecíolo que causa perdas severas na soja (Pesqueira et al., 2016).

O patógeno causador da podridão de sementes o *Fusarium*, dentre as espécies existentes, a mais frequente em sementes de soja com cerca de 98% de incidência é o *Fusarium Semitectum*. É visto como o fungo patogênico, pois, em laboratório ocasiona problemas na germinação, semelhante a *P. sojae*. Esse fungo está associado a sementes que tiveram atraso na colheita e deterioração devido ao excesso de umidade no campo, no entanto,

não existe evidências de transmissão via sementes. Conforme acontece com a *P.sojae*, este patógeno logo perdera a sua viabilidade durante a armazenagem em condição ambiente. Na sanidade, após a incubação, a semente infectada apresenta micélio normalmente branco, alterando a sua coloração do amarelo-pêssego ao marrom (GOULART,2018).

O fungo responsável por causar a mancha púrpura, ou seja, aparecimento de manchas típicas de coloração roxa, a *Cercospora kikuchi*. O sintoma mais notório dessa doença pode ser observado nas sementes. Entretanto, vale salientar que nem todas as sementes infectadas por esse fungo irão apresentar descoloração no tegumento, desse modo, é necessário o teste de sanidade para que se possa confirmar se há ou não a presença do patógeno. A *Cercospora*, causa descoloração no tegumento e nas folhas provoca a queima superficial e desfolha prematura. Grande parte das variedades de soja são suscetíveis a esse fungo, particularmente quando a cultura é exposta a alta umidade, do início da frutificação a colheita, tornando-o significativo no controle de qualidade de sementes dessa cultura (ALMEIDA et al., 1997; COSTA, 1996).

Inúmeras espécies de *Aspergillus*, ocorrem nas sementes de soja, no entanto a mais presente é *Aspergillus flavus*. A qualidade da semente de soja pode ser reduzida em poucos dias quando exposta a condições de alta umidade, isso por conter condições favoráveis a ação desse fungo. Quando se encontra em alta incidência há uma redução no poder germinativo das sementes e na emergência das plântulas. Na sanidade o fungo é observado por meio de suas colônias ao apresentarem uma coloração esverdeada, textura flocosa, micélio submerso branco, com reverso de colorido às vezes amarelo opaco (KLICH,2002).

Com relação ao *A. flavus* o *Penicillium* sp, ocorre com menos frequência na semente de soja, em lotes de sementes armazenadas com umidade elevada a presença do patógeno aumenta. No teste de sanidade suas colônias demonstram crescimento lento a moderado quando observado o exterior da semente, com uma vasta esporulação de coloração em geral verde e azulada, em condições ambientais favoráveis, algumas espécies desse fungo formam estruturas chamadas de conidióforos apresentando uma aparência de vassoura (sinêmio), (GOULART, 2018). Esses patógenos apresentam um poder elevado de disseminação, desenvolvendo-se facilmente em ambientes úmidos e com temperaturas elevadas. Em sementes de soja, quando armazenadas com conteúdo de água acima de 14% há uma predominância de *Aspergillus* sp. (FRANÇA NETO et al., 2007).

Fungo de pós colheita, *Cladosporium* spp apresenta baixa incidência e por esse motivo é classificado como uma doença secundária na soja. Existem várias espécies de *Cladosporium* spp. que são encontrados no teste de sanidade, geralmente considerado componentes da

microflora da mesma. Dentre as espécies, existe duas que dominam quanto a frequência de incidência, e são vistas como as mais importantes, o *Cladosporium cladosporioides* e o *Fusarium oxysporum* (AGROLINK, 2017). As espécies de *Cladosporium*, são encontradas como contaminantes e agentes de deterioração. Os conídios deste fungo, se espalham facilmente em grandes números e por longas distâncias. Apresentam facilidade de contaminação adaptação e colonização em diferentes substratos (MENEZES et al. 2017).

Embora seja a espécie mais encontrada em sementes de soja, a *Rhizopus stolonifer*, não apresenta nenhuma importância econômica em sementes. No teste de sanidade é observado como contaminante, dificultando a identificação de fungos mais importantes, como o *C. truncatum*, em consequência do seu crescimento acelerado. Com isso, em alguns casos é necessário a desinfestação superficial facilitando a leitura do teste de sanidade (GOULART,2018).

3.6 TRATAMENTO DE SEMENTES

O tratamento de sementes consiste na aplicação de metodologias e elementos no intuito de preservar e otimizar o comportamento das sementes, possibilitando que as culturas exponham o seu potencial genético. O tratamento constitui-se na aplicação de defensivos agrícolas químicos/ e ou biológicos, inoculantes, tratamento térmicos ou processos físicos. A eficácia do tratamento de semente com objetivo de controlar patógenos depende da espécie e localização do patógeno, do vigor da semente e da disponibilidade de elementos e metodologias adequadas (PADULLA et al, 2010).

O tratamento de sementes de soja tem como finalidade reduzir ou erradicar, a presença de patógenos aos mais baixos níveis possíveis, disponibilizando proteção as sementes e plântulas contra fungos do solo e, por ventura na parte área, no seu desenvolvimento inicial, como também proporcionar condições de uniformidade na emergência e germinação, evitando o desenvolvimento de pragas na plantação, garantir maior sustentabilidade a cultura reduzindo os riscos na fase de implantação da lavoura e proporcionar o estabelecimento inicial da lavoura com uma população ideal de plantas (FRANÇA NETO, 2009).

No Brasil, cerca de 100% das sementes de soja são tratadas com fungicidas, 30% com inseticidas e 50% com micronutrientes com a finalidade de preservar o estabelecimento no campo, além disso protege o seu desenvolvimento vegetativo. No tratamento, a escolha o produto deve ser feito levando em consideração a segurança ambiental e toxicológica do

mesmo, relacionando a proteção e eficácia do produto contra um grande número de patógenos e custo benefício acessível ao produtor (JULIATTI, 2010).

3.6.1 Uso de Microondas no Tratamento de Sementes

As microondas (MWs) são componentes que fazem parte do espectro eletromagnético, essas MWs incluem radiação que varia em frequência de 300 MHz (300 milhões de ciclos por segundo) a 300 GHz (300 bilhões de ciclos por segundo), que equivale a uma faixa de comprimento de onda de 1m a 1 mm. Normalmente é aceito que a radiação eletromagnética não ionizante absorvida como microondas estimula efeitos térmicos e não térmicos em sistemas biológicos (BANIK et al., 2003). Estudos mostram que Mws provocam diferentes efeitos biológicos conforme a intensidade de campo, frequências, formas de onda, modulação e duração das exposições (VIAN et al., 2006).

Embora exista uma vasta investigação dos efeitos causados pelas MWs em humanos e animais, um pequeno número de estudos com limitações publicadas abordou os efeitos mediados por MWs nas plantas (JAYASANKA; ASAEDA, 2014). A propósito, uma grande parte dos estudos disponíveis no momento atual descreve o impacto da radiação de 2,45 GHz, que é absorvida pelas moléculas de água nas células vivas (IULIANA et al., 2013). No momento que a radiação MW é absorvida por tecidos vivos, a mesma causa movimento iônico, rotação de dipolo e distorção da orbita do elétron que termina ocasionando o aquecimento rápido e seletivo.

Os tratamentos não letais de MWs tem sido uma nova tecnologia de sementes bastante utilizada para a desinfecção de sementes antes da semeadura ou do armazenamento (REDDY, et.al., 1995, 1998; SCIALABBA e TAMBURELLO, 2002; ALADJADJIYAN, 2010; KNOX, et al., 2013). Os efeitos da radiação de microondas dependem da frequência e período de exposição. A baixa exposição a microondas apresentou um efeito positivo na germinação de sementes, entretanto, uma exposição demorada reduz o crescimento das plantas. Inúmeros autores observaram que o microondas tem um efeito benéfico na germinação de sementes de cevada quando exposto a curtos períodos de exposição, porém, a longos períodos tiveram efeitos negativos na germinação de sementes (ABU-ELSAOUD; QARI, 2017; KRETOVA et al., 2018).

De acordo com estudos de Amirnia (2014), Abu-Elsaoud (2015) e Jakubowski (2015), as MW podem ser utilizadas para estimular a germinação de sementes de pimenta, trigo, milho, feijão soja e lentilha, respectivamente.

As Microondas (300 MHz a 300 GHz) demonstraram causar alterações na permeabilidade da membrana celular e na taxa de crescimento celular, bem como interferência com íons e compostos orgânicos, como proteínas (EUGEN UNGUREANU et al., 2009). As plantas são componentes cruciais de um ecossistema saudável e desempenham um papel importante no mundo vivo como fornecedores primários de alimentos e oxigênio; conseqüentemente, seria útil pesquisar sua interação com os campos de frequência de rádio e micro-ondas aprimorados de hoje.

Os bioefeitos causados pelas microondas podem ser divididos em dois tipos: efeitos térmicos e não térmicos. Os campos de microondas tem apresentado efeitos biológicos nocivos em altos níveis de potência, por outro lado, em níveis baixos os bioefeitos ainda não foram completamente compreendidos. A radiação é conhecida por causar alterações fisiológicas e genéticas, como o desenvolvimento de numerosos meristemas epidérmicos no hipocótilo, alterações no proteoma, e assim por diante (TAFFOREAU et al., 2004; TAFFOREAU et al., 2006).

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), Sumé – Paraíba, de outubro a novembro de 2021.

Obtenção das Sementes: Foram utilizadas sementes de soja lote: A5132BJ002, cultivar: A5 3310 IPRO, SAFRA 2020/2021, oriundas do município de Uruçuí-PI.

Tratamentos: Os tratamentos foram constituídos por: T1: Testemunha: sementes as quais não foram submetidas a nenhum tipo de tratamento; T2: Fungicida dicarboximida (240 g.100 kg⁻¹ de sementes) aplicado diretamente na superfície das sementes; T3: 20''/ 2,45 GHz/ 900w; T4: 40''/ 2,45 GHz/ 900w; T5: 60''/ 2,45 GHz/ 900w T6: 1'20''/ 2,45 GHz/ 900w; T7: 1'40''/2,45 GHz/ 900w; T8: 2'/ 2,45 GHz/ 900w; T9:2'20''/ 2,45 GHz/ 900w; T10: 2'40'/ 2,45GHz/ 900w.

4.2 INSTALAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

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 previamente umedecido com água destilada e esterilizada. As sementes permaneceram incubadas durante 7 dias sob temperatura de $25 \pm 2^\circ \text{C}$ e fotoperíodo de 12 h (BRASIL, 2009)

A avaliação dos fungos foi realizada de forma individual com o auxílio de um microscópio óptico e estereoscópio, com utilização de leitura específica (BARNETT; HUNTER 1998). Foi utilizado o Manual de Análise Sanitárias do Ministério da Agricultura para comparar e confirmar os patógenos encontrados. Pela fórmula de incidência foi determinado o percentual de fungos, e a percentagem de sementes infectadas através dos resultados obtidos (BRASIL,2009).

Teste de Germinação: 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, logo após, acondicionadas em

sacos plásticos transparentes, evitando a perda de água por evaporação. Em seguida as sementes foram incubadas em germinador tipo B.O.D (*Biochemical Oxygen Demand*) com temperatura regulada a 30°C e fotoperíodo de 12 horas.

As avaliações foram feitas do 5° ao 8° dia após a semeadura, levando em consideração que as sementes germinadas seriam aquelas que apresentarem radícula com no mínimo 2 cm de comprimento, e os dados foram expressos em porcentagem (BRASIL, 2009). A qualidade fisiológica foi analisada pelos seguintes testes: Primeira contagem (PC), percentual de germinação (G), percentual de sementes mortas (SM) e duras (SD).

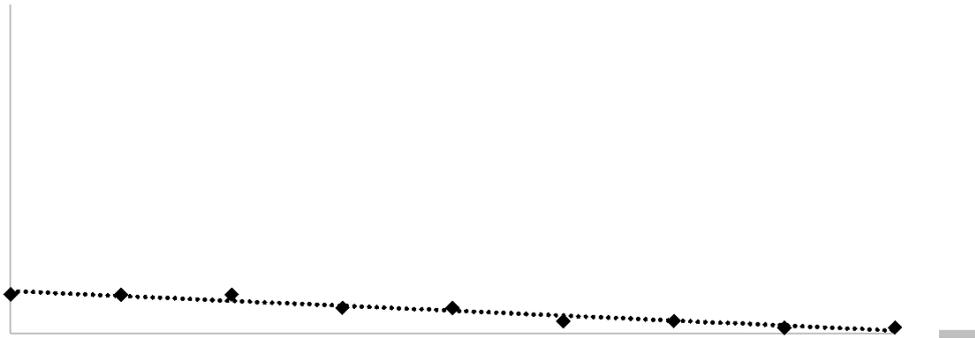
Delineamento Experimental: O delineamento utilizado nos experimentos da análise sanitária e fisiológica foi o inteiramente casualizado (DIC). Os testes de sanidade consistiram em dez tratamentos, distribuídos em cinco repetições de vinte sementes cada e os testes fisiológicos também consistiram de dez 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

Verificou-se que para o controle do fungo *Aspergillus niger* todos os tratamentos utilizados foram eficientes. Porém, entre os períodos utilizados, os tratamentos que se destacaram positivamente na redução do fungo foram aqueles submetidos a períodos de exposição acima de 80 segundos (Gráfico 1).

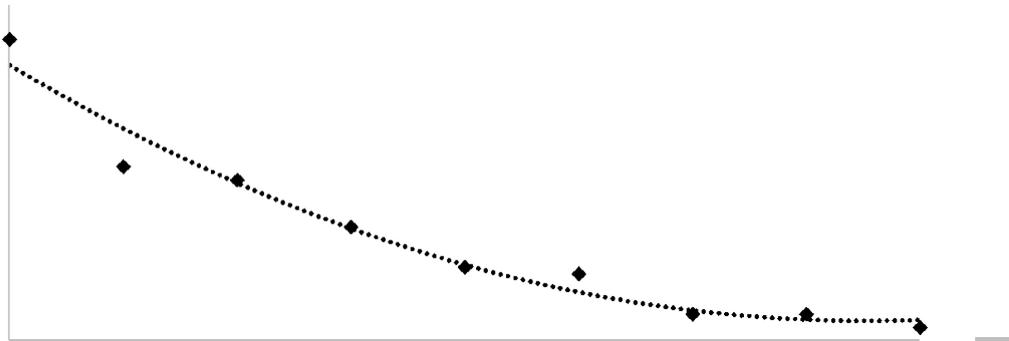
Gráfico 1 - Incidência de *Aspergillus niger* em sementes de *Glycine max* submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz. F = fungicida.

XXXXXXXXXX



Para análise da incidência de *Aspergillus flavus*, em sementes de soja (Gráfico 2), observa-se que, o período de 160'' apresentou a menor incidência de fungos quando comparado com os demais tempos de exposição em cada tratamento. Porém, vale salientar que os períodos entre 120 e 160 segundos também apresentaram uma redução na ocorrência de *Aspergillus flavus*.

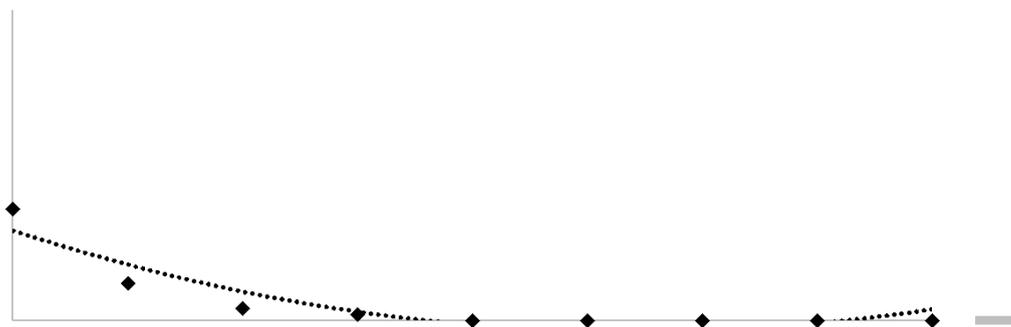
Gráfico 2 - Incidência de *Aspergillus flavus* em sementes de *Glycine max* submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz. F = fungicida.



No Gráfico 3, constatou-se que todos os períodos de exposição a qual as sementes foram submetidas reduziram a incidência do fungo *Penicillium* sp., quando comparada com a testemunha. Dentre os períodos de exposição analisados, as menores incidências foram observadas quando as sementes foram expostas a 80, 100, 120 e 140 segundos.

Gráfico 3 - Incidência de *Penicillium* sp. em sementes de de *Glycine max* submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz. F = fungicida.

XXXXXXXXXX



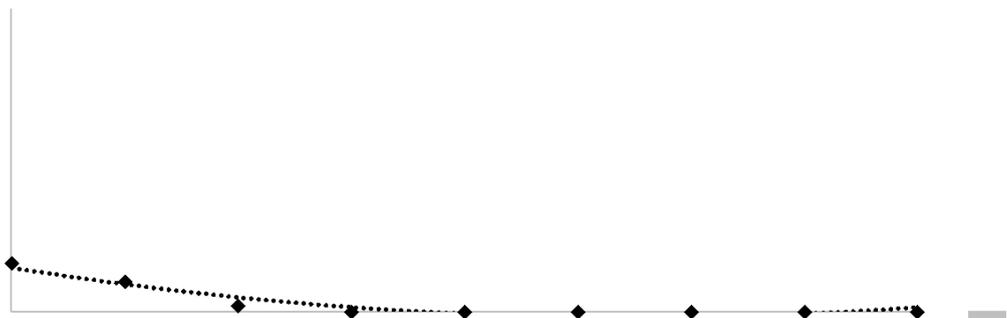
Nos Gráficos 1, 2 e 3 podemos observar que os fungos presentes nas sementes de soja são fungos de armazenamento. Carvalho et al. (2012) cita que colheitas executadas sob condições úmidas ou realizadas com equipamentos não regulados de forma correta, podem facilitar, desde o campo, a associação de fungos como *Aspergillus* e *Penicillium*, que ao longo do armazenamento, são capazes de prejudicar as sementes.

Os danos causados pelos fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* são variáveis, e podem causar perda do poder germinativo, apodrecimento da massa de sementes, e ocasionar um aumento na taxa respiratória e na produção de micotoxinas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; CONCEIÇÃO et al., 2016).

Os resultados obtidos referentes a incidência de fungos do gênero *Fusarium* sp., na semente de soja submetida a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas podem ser visualizadas no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Incidência de *Fusarium* sp. em sementes de *Glycine max* submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz. F = fungicida.

APRESENTAÇÃO



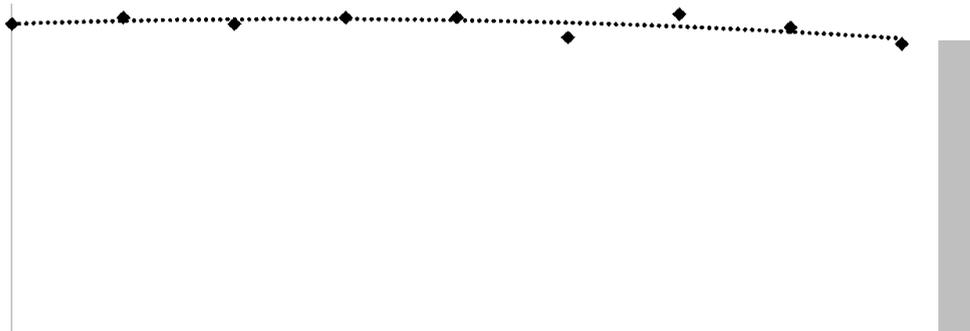
Após a análise dos dados apresentados na figura 4 observou-se que os períodos de exposição entre 80 e 140 segundos foram os tratamentos que obtiveram maior eficiência na redução da incidência do *Fusarium*. Estudos feitos por Ráfia Sahar et al (2017), a colonização de fungos da espécie *Fusarium* diminuíram quando expostos a períodos de 10 e 20 segundos a

radiações de microondas, nas culturas de quiabo, guar e luffa, portanto, no presente trabalho notou-se que, a semente de soja necessita de um período de exposição acima de 60 segundos para que se obtenha uma redução significativa da incidência do *Fusarium*.

O fungo *Fusarium* sp. produz micotoxinas e apresenta a capacidade de reduzir o potencial germinativo, formação de manchas, apodrecimento, como também pode ocasionar transformações químicas nas sementes (SOUZA; ARAÚJO; NASCIMENTO, 2007). Fungos do gênero *Fusarium* spp. podem sobreviver no solo por meio de estruturas de resistência e, ainda, em estruturas internas das sementes, como o embrião, além de terem a capacidade de produzir uma variedade de micotoxinas (MACHADO, 2013). A diagnose preventiva antes da semeadura, assim como o uso dos métodos de controle em sementes, é medida que auxiliam no combate a doenças ocasionadas por esse patógeno como, por exemplo, o tombamento das plântulas (RAMOS et al., 2014). As ondas eletromagnéticas diminuíram a incidência de fungos da espécie *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, no período de exposição acima de 80 segundos.

Em relação a variável primeira contagem de germinação (PC), observou-se no Gráfico 5 que os tratamentos apresentaram uma porcentagem significativa com todos os períodos mostrando uma eficiência acima de 80 %. Entretanto, observou-se uma tendência na redução a partir da exposição durante 80 segundos. Esses resultados estão relacionados diretamente ao fato que as ondas eletromagnéticas foram eficientes na redução dos fungos, os quais são responsáveis por causarem danos as sementes e provocarem a morte das mesmas. Outra razão a qual podemos relacionar o efeito na germinação com o uso de ondas eletromagnéticas deve-se ao fato de que, o aumento da temperatura pode proporcionar uma aceleração no metabolismo e distúrbios na fisiologia das sementes.

Gráfico 5 - Percentual de primeira contagem da germinação de sementes de *Glycine max* submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz. F = fungicida.

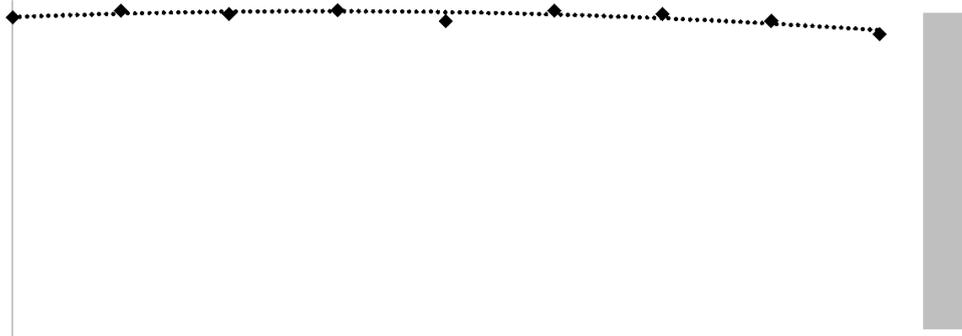


De acordo com Wrasse (2006), a primeira contagem da germinação é um teste conduzido em condições totalmente favoráveis podendo beneficiar lotes de médio a alto vigor. Mesmo assim, pode ser considerado um teste de vigor, pois sabe-se que, com a deterioração da semente, a velocidade de germinação é reduzida e isso é possível de ser verificado antes de se observar a porcentagem final de germinação (SILVEIRA et al., 2002).

Na avaliação da germinação, todos os tratamentos apresentaram valores acima de 95%, atestando que não houve nenhuma interferência negativa de nenhum dos tratamentos figura 6. Os tratamentos realizados se destacaram de forma positiva, auxiliando no percentual de primeira contagem e no processo germinativo da semente. O efeito do microondas na germinação ocorre devido ao efeito térmico que o mesmo possui, assim como, o baixo teor de umidade (MANICKAVASAGAN et al., 2007), que está diretamente ligada ao teor de umidade inicial dos grãos (CAMPANA et al., 1993). Esses efeitos podem ser explicados em termos de energia absorvida, maior potência de saída da radiação, assim como o tempo de exposição, esses parâmetros levam o objeto a absorver uma quantidade maior de energia, assim, causando um aquecimento (ABU ELSAOUUD et al. 2017).

Gráfico 6 - Percentual da germinação de sementes de *Glycine max* submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz. F = fungicida (dicarboximida).

.....



Aladjadiyan (2007), afirma que a energia introduzida na célula vegetal pelo tratamento físico, incluindo o uso de microondas criou condições para que houvesse transformações moleculares o que pode ter resultado no fornecimento de substâncias necessárias para a célula, melhorando os parâmetros de qualidade das sementes.

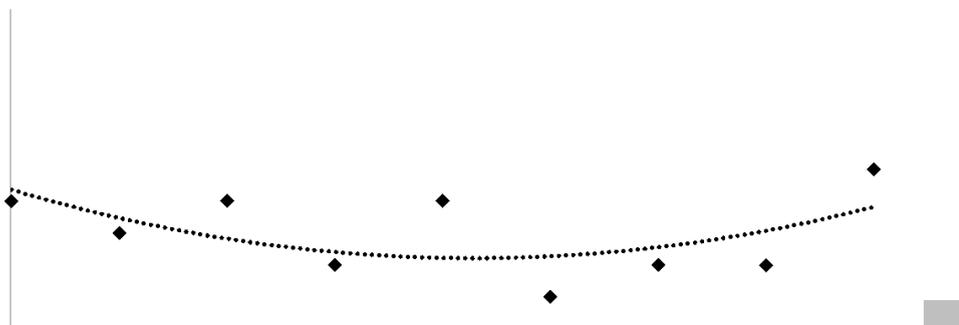
Os dados referentes ao percentual de sementes mortas estão representados no Gráfico

7, observa-se que uma tendência entre as temperaturas para o aumento do índice de sementes mortas, dentre o período de exposição que a semente foi submetida, o tempo de 160 segundos foi o que apresentou um maior valor de sementes mortas, isso ocorreu devido ao longo tempo o qual foi submetida para tratamento. Bebawi et al. (2007), afirma que a germinação de sementes em aplicações de microondas de curto prazo aumentou, no entanto, as sementes foram detectadas como mortas em aplicações de longo prazo.

O tratamento utilizando o microondas como fonte para obtenção de ondas eletromagnéticas a uma potência de 900w e frequência 2,45 GHz, mostra que os períodos de exposição aos quais as sementes foram submetidas estimularam a germinação da semente, com isso, afirma-se que a exposição de sementes de soja a um micro-ondas em uma frequência média acelerará a germinação.

Gráfico 7 - Percentual de sementes mortas de *Glycine max* submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz. F = fungicida (dicarboximida).

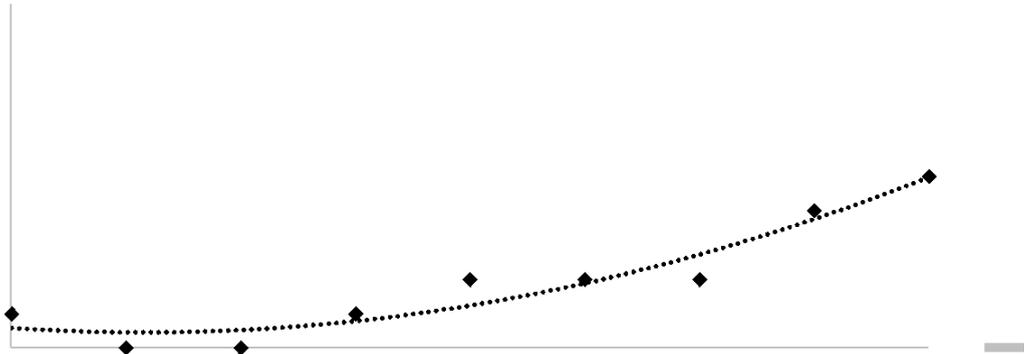
.....



As médias de porcentagem de sementes duras de *Glycine max*, estão apresentadas no Gráfico 8. Verificou-se o aumento do percentual em função do tempo exposição. Assim, foi constatado que a partir de 60 segundos as sementes de soja apresentaram danos no tegumento a exemplo de rachaduras e aquecimento do endosperma. Esses fatores podem ocasionar um processo de dormência secundária relacionado as condições do ambiente e também a morte do embrião. As sementes duras podem ser descritas como aquelas que permanecem sem absorver água por um período mais longo que o normal e se apresentam no final do teste com aspecto de sementes recém-colocadas no substrato. Essa condição é relativamente comum em determinadas espécies, principalmente em Fabaceae (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Gráfico 8 - Percentual de sementes duras de *Glycine max* submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz. F = fungicida (dicarboximida).

*** 0,001 ***



6 CONCLUSÃO

Foram identificados nas sementes de soja os seguintes fungos: *Aspergillus niger* (6%), *Aspergillus flavus* (45%), *Penicillium* sp. (18%) e *Fusarium* sp. (8%).

Os períodos de exposição a ondas eletromagnéticas durante 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 e 160 segundos a 2,45 GHz foram eficientes na redução dos fungos identificados.

A exposição das sementes de soja nos períodos de 80, 100, 120, 140 e 160 segundos a 2,45 GHz, influenciou negativamente na qualidade fisiológica das sementes.

A qualidade sanitária e fisiológica foi favorecida quando as sementes de soja foram expostas por 20, 40 e 60 segundos a 2,45 GHz.

REFERÊNCIAS

- ABU-ELSAOUD, A. M. (2015). **Effect of microwave electromagnetic radio frequency on germination and seedling growth consequences of six wheat *Triticum aestivum* L. cultivars.** *Advances in Environmental Biology*, 9, 270-280.
<https://www.researchgate.net/publication/286001801>
- ABU-ELSAOUD, A. M., & Qari, S. H. (2017). **Influence of microwave irradiations on germination, seedling growth and electrolyte leakage of Barley (*Hordeum vulgare* L.).** *Catrina*, 16, 124. https://cat.journals.ekb.eg/article_14255_56f69e03019247e811acce1f85ba70b5.pdf
- ALADJADIYAN A., 2007: **The use of physical methods for plant growing stimulation in Bulgaria.** *J. Cent.Eur. Agric.* 8, 3: 369–380.
- ALADJADIYAN, A. (2010). **Effect of microwave radiation on lentil seeds (Lens Culinaris, Med.).** *ROM. J. Biophys.* 20, 213–221.
- ALMEIDA, A. M. R et al. **Doenças de soja.** In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A; REZENDE, J.A.M. **Manual de Fitopatologia v. 2: Doenças das plantas cultivadas.** 3 ed. São Paulo: Agronomica Ceres, 1997. P. 642-664.
- AMIRNIA, R. (2014). **Effect of Microwave Radiation on Germination and Seedling Growth of Soybean (*Glycine max*) Seeds.** *Advances in Environmental Biology*, 8, 311-314.
<https://www.researchgate.net/publication/316824478>
- ARAUJO, S. D., Paparella, S., Dondi, D., Bentivoglio, A., Carbonera, D., & Balestrazzi, A. (2016). **Physical Methods for Seed Invigoration: Advantages and Challenges in Seed Technology.** *Frontiers in Plant Science*, 7. doi:10.3389/fpls.2016.00646
- BANIK, S., Bandyopadhyay, S. e Ganguly, S. (2003). **Microwave bioeffects : a brief review.** *Bioresour. Technol.* 87, 155–159. doi: 10.1016 / S0960- 8524 (02) 00169-4 Beard, BH, Haskins, FA.
- BARNETT, H. L; HUNTER, B. B. **Illustrated genera of imperfect fungi.** ed. 4 St.Paul: American Phytopathological Society, 1998, 239p.
- BARROS, L. S.; ADORIAM, A. I.; KOBAYASTI, L. **Uso de extratos vegetais na inibição do crescimento micelial in vitro de *Acremonium sp.* e *Fusarium verticillioides*.** *Revista Enciclopédia Biosfera, Goiânia*, v.9, n.16, p.2072-2076, 2013.
- BEBAWI, E.F., Cooper, A.F., Brodie, G.I. and Et Al. 2007. **Effect of microwave radiation on seed mortality of rubber wine, parthenium and bellyache bush.** *Plant Protection Quarterly* 26(4):136-142.
- BRAGA, M. P.; OLINDA, R. A.; HOMMA, S. K.; DIAS, C. T. S. **Relações entre tratamento térmico, germinação, vigor e sanidade de sementes de tomate.** *Revista Brasileira de Sementes, Londrina*, v. 32, n. 1, p. 101-110, 2010.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de análise sanitária de sementes.** Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária/MAPA/ACS, p. 200, 2009.

CAMPANA, L.E., M.E. SEMPE, AND R.R. FILGUEIRA. 1993. **Physical, chemical, and baking properties of wheat dried with microwave energy.** *Cereal chemistry*.

CARVALHO, N.M. & Nakagawa, J. (2012) – **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** FUNEP, Jaboticabal. 590 p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** 5. ed. Jaboticabal: Funep, p. 590, 2012

Companhia Nacional de Abastecimento. Perspectivas para a agropecuária / Companhia Nacional de Abastecimento – v.1 – Brasília : Conab, 2013- v. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>, acessado em 02 de dezembro de 2021.

CONAB – **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira de grãos**, v.7 – safra 2020/21 – n.9 – nono levantamento, junho 2021. Brasília: Conab, 2021, 121 p.

CONAB, **Colheita de soja tem início e produção deve atingir 133,7 milhões de toneladas.** 13 de jan.de 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3788-colheita-de-soja-tem-inicio-e-producao-deve-atingir-133-7-milhoes-de-toneladas>, acessado em: 16 de agosto de 2021.

CONAB, **Produção de grãos tem previsão de aumento de 5,7%, chegando a 271,17 milhões de toneladas.** 12 de maio de 2021. Disponível em : <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3989-producao-de-graos-tem-previsao-de-aumento-de-5-7-chegando-a-271-7-milhoes-de-toneladas>, acessado em: 16 de agosto de 2021.

CONCEIÇÃO, G.M.; Lúcio, A.D.; Mertz-Henning, L.M.; Henning, F.A.; Beche, M. & Andrade, F.F.D. (2016) – **Physiological and sanitary quality of soybean seeds under different chemical treatments during storage.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 20, n. 11, p. 1020-1024.
<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/7DYyxBmkRpjNXJP5c9tjCTp/?lang=en>

COSTA, J. A. **Cultura da soja.** Porto alegre: Ivo Manica e José Antonio Costa. 1996.

COSTA, N.; SANTANA, A. **Poder de mercado e desenvolvimento e novas cultivares de soja transgênicas e convencionais: análise da experiência brasileira**, v. 56, n. 1, p.61-68, 2013.

COUTINHO, W. M.; SILVA-MANN, R.; VIEIRA, M. G. G. C.; MACHADO, C. F.; MACHADO, J. C. **Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho submetidas a termoterapia e condicionamento fisiológico.** *Fitopatologia Brasileira*, v. 32, n. 6, p. 458-464, 2007.

DETOMASI, Marcelo. **Fatores climáticos que comprometem a produtividade nas lavouras de Milho e Soja.** *BioGene*, [S. l.], p. 1-5, 30 nov. 2016.

DOMENE, M. P.; GLORIA, E. M.; BIAGI, J.; BENEDETTI, B. C.; MARTINS, L. **Efeito do tratamento com óleos essenciais sobre a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de milho (*Zea mays* L.).** *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 83, p. 1-6, 2016.

EMBRAPA. **Árvore do conhecimento Agroenergia**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fb123vmz02wx5eo0sawqe3vtdl7vi.html>

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja**, Região Central do Brasil 2012 e 2013. Londrina: Embrapa Soja, 2012. 261 p.

EUGEN UNGUREANU, Mani. C. L; Vântu.S; Cretescu. I. **“Consideration on the Peroxidase Activity during Hippophae Rhamnoides Seeds Germination Exposed to Radiofrequency Electromagnetic Field Influence”**, Analele stiintifice ale Universitatii, Alexandru Ioan Cuza, Sectiunea Genetica si Biologie Moleculara, TOM X, 2009, págs. 29-34.

FRANÇA NETO, J. B. Evolução do conceito de qualidade de sementes. Informativo ABRATES, v. 19, n. 2, p. 76-80, 2009.

FRANÇA NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Circular Técnica n. 40, Embrapa - CNPUV, Mar. 2007.

FRANÇA NETO, J.B, KRZYZANOWSKI, F. C., HENNING, A. A., PÁDUA, G. P., LORINI, I., HENNING, F. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/151223/1/Documentos-380-OL1.pdf> acesso em: 02 de setembro de 2021.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. **A importância do uso de semente de soja de alta qualidade**, 2016. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/661047/1/ID30537.pdf> Acesso em 02 de setembro de 2021

FRANÇOZO, C. F. **Tratamentos térmicos e osmóticos para o controle de fungos associados a sementes de Eugenia brasiliensis e Eugenia uniflora**. 2012. 78f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) – Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2012.

GALLI, J. A.; PANIZZI, R. C.; VIEIRA, R. D. **Efeito de Colletotrichum dematium var. truncata e Phomopsis sojae na qualidade sanitária e fisiológica nas sementes de soja**. Summa Phytopathologica, Botucatu, v. 33, n. 1, p. 40-46, 2007.

GOMES, Pimentel. **A soja** 5ª ed. Nobel 149 p. 1990.

GOULART, A.C.P. **Fungos em sementes de soja: detecção, importância e controle**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 72p.

GOULART, Augusto César Pereira. **Fungos em Sementes de Soja Detecção, Importância e Controle**. 2. ed. rev. e aum. Brasília/DF: Embrapa, 2018. 71 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1097768/fungos-em-sementes-de-soja-deteccao-importancia-e-controle>. Acesso em 02 de setembro de 2021

GOVINDARAJ, M., MASILAMANI, P., Albert, V. A., & Bhaskaran, M. (2017). **Effect of physical seed treatment on yield and quality of crops: A review**. *Agricultural Reviews*, 38, 1-14. <https://doi.org/10.18805/ag.v0iOF.7304>

- HENNING, A. et al. **Manual de identificação de doenças de soja**, 5 ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/105942/1/Doc256-OL.pdf>
- HOLTZ, V. et al. **Perdas na colheita mecanizada de soja utilizando diferentes mecanismos na plataforma de corte**. Pubvet, Nova Xavantina, MT. v.13, n.2, p.1- 6, 2019.
- IULIANA. C. **The effect of microwave radiayion on barley seed germination (Hordeum Vulgare L.)**. 2013.
- JAKUBOWSKI, T. (2015). **Evaluation of the impact of pre-sowing microwave stimulation of bean seeds of the germination process**. *Agricultural Engineering*, 2, 45-56. <http://dx.medra.org/10.14654/ir.2015.154.120>
- JAYASANKA, SMDH e Asaeda, T. (2014). **The meaning of microwaves in the environment and their effects on plants**. *Environ. Rev.*22, 220–228. doi: 10.1016/j.biortech.2015.02.055
- JULIATTI, F. C. **Avanços no tratamento químico de sementes**. Informativo ABRATES, v. 20, n. 3, p. 54-55, 2010.
- KLICH, M. A. **Identification of Common Aspergillus Species**. Netherlands, Centraalbureau voor Schimmelcultures, 116 paginas, 2002
- KNOX, OGG, MCHUGH, MJ, FOUNTAINE, JM e Havis, ND (2013). **Microwave effects on wheat seed fungal pathogens**. *Crop Prot.* 50, 12–16. doi: 10.1016 / j.cropro.2013.03.009
Kotwaliwale, N., Singh, K., Kalne,
- KRETOVA, Y., TSIRULNICHENKO, L., NAUMENKO, N., POPOVA, N., & KALININA, I. (2018). **The application of micro-wave treatment to reduce barley contamination**. *Agronomy Research*, 16, 2079- 2087. <https://doi.org/10.15159/AR.18.198>
- KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura**, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/177391/1/CT136-online.pdf>. Acesso em 12/01/2022.
- MACHADO, J.S.; SOUZA, W.M.F.; LUSTOSA JUNIOR, I. M.; SANTOS, L.M.; FARIAS, S.G.G. **Tratamentos pré-germinativos para superação de dormência em sementes de angico**. *Cerrado Agrociências*. v.1, n.4, p. 27-34, 2013.
- MANICKAVASAGAN, A., D.S. JAYAS, AND N.D.G. WHITE. 2007. **Germination of wheat grains from uneven microwave heating in an industrial microwave dryer**. *Canadian Biosystems Engineering* 49: 3.
- MEDEIROS, J. G. F.; FONTES, I. C. G.; SILVA, E. C.; SANTOS, P. D.; RODRIGUES, R. M. **Controle de fungos e qualidade fisiológica de sementes de soja (Glycine max L.) submetidas ao calor húmido**. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 42, n. 2, p. 464-471, 2019.
- MENEZES, C. P.; PÉREZ, A. L. A. L.; LIMA, E. O. **Cladosporium spp: Morfologia, infecções e espécies patogênicas**. *Acta Brasiliensis*. v. 1, p. 23-27, 2017.
- MÔNICO, A. F.; PAIXÃO, M. V. S.; CORREA, A. C.; HOFFAY, A. C. N.; VENTURINI, E.

A. Tratamento térmico na germinação de sementes de pinha. SEAGRO: Anais de Semana Acadêmica do Curso de Agronomia do CCAE/UFES, Espírito Santo, v. 2, n. 1, p. 2, 2018.

NAEEM, A., M. SAEED, M. ABID and S.S. SHAUKAT (2013). **Effect of UV-B and microwave radiation on seed germination and plant growth in corn and okra.** *FUUAST Journal of Biology*, 3(1): 55-62.

PADULLA, T.; MORAES, M.H.D.; BARBEDO, C.J.; BORGES, I.F.; MENTEN, J.O.M.; PASCHOLATI, S.F. **Deteção de fungos em sementes de pau-brasil (*Caesalpinia echinata*)**

coletadas durante sua formação e dispersão. *Revista Brasileira de Sementes* (Impresso), v.32, p.154-159, 2010.

PESQUEIRA, A. S.; BACCHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L. **Fungicide association in the control of anthracnose in the soybean in Mato Grosso do Sul.** *Revista Ciência Agronômica*, v. 47, n. 1, p. 203-212, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160024>.

RAFIA SAHAR, ABASSI, W.M., RAUF, A., ZAKI, M, J. (2017). **microwave radiations modulates growth, photosynthetic pigments and colonization of root infecting fungi on guar, okra and luffa.**

RAMOS, D. P.; BARBOSA, R. M.; VIEIRA, B. G. T. L.; PANIZZI, R. C.; VIEIRA, R. D. **Infecção por *Fusarium graminearum* e *Fusarium verticillioides* em sementes de milho.** *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 44, n. 1, p. 24-31, 2014.

REDDY, MVB, KUSHALAPPA, AC, RAGHAVAN, GSV e STEPHENSON, MMP (1995). **Use of microwave energy for the rooting of *Diaporthe phaseolorum* transmitted by soybean seed and its effect on seed quality.** *J. Microw.Electromagnetic power . Energy*30, 199–204.

REDDY, MVB, RAGHAVAN, GSV, KUSHALAPPA, AC e PAULITZ, TC (1998). **Efect of microwave treatment on wheat seed quality with com *Fusarium graminearum*.** *J. Agric. Eng. Res.*71, 113-117. doi: 10.1006 / jaer.1998. 0305

ROGÉRIO, F.; GLADIEUX, P.; MASSOLA, N.; CIAMPI-GUILLARDI, M. **Multiple introductions without admixture of *Colletotrichum truncatum* associated with soybean anthracnose in Brazil.** *Phytopathology*, v. 4, n. 4, p. 681-689, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1094/PHYTO-08-18-0321-R>.

SANTOS, Danilo Furtado. **Reação de cultivares de soja a *Meloidogyne morrociensis*.** Brasília, Julho 2011.

Scialabba, A. e Tamburello, C. (2002). **Microwave effects on germination and growth radish (*Raphanus sativus* L.) seedlings.** *Acta Bot. Gall.*149, 113–123. doi: 10.1080 / 12538078.2002.10515947 Shaukat, S., Farooq, M., Siddiqui, M. e Zaidi, S.

SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção e usos da soja.** Londrina: Ed. Mecenas, 2009. 314p.

SEDIYAMA, TUNEO, R. C. TEIXEIRA, and H. B. Barros. **"Tecnologias de produção e usos da soja."** *Londrina: Mecenas* 1 (2009)

SILVEIRA, M.A.M.; RAMOS, E.J. M.; MORAIS, G.B. **Comparação de métodos para avaliação da qualidade fisiológica em sementes de calêndula.** *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v.24, n.2, p.24-30, 2002.

SOUZA, A. E. ARAÚJO, E. NASCIMENTO, L. C. Atividade antifúngica de extratos de alho e capim-santo sobre o desenvolvimento de *Fusarium proliferatum* isolado de grãos de milho. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília v. 32, n. 6, p. 465-47,. 2007.

TAFFOREAU, M. C. VERDUS, V. NORRIS, C. RIPOLL and M. THELLIER, “**Memory Processes in the Response of Plants to Environmental Signals,**” *Plant Sign Behav.*, Vol. 1, 2006, pp. 9-14. doi:10.4161/psb.1.1.2164.

TAFFOREAU, M. C. VERDUS, V. NORRIS, G. J. WHITE, M. COLE, M. DEMARTY, M. THELLIER and C. Ripoll, “**Plant Sen-sitivity to Low Intensity 105 GHz Electromagnetic Ra-diation,**” *Bioelectromagnetics*, Vol. 25, No. 6, September 2004, pp. 403-407. doi:10.1002/bem.10205

TEKRONY, Dennis M.; EGLI, Dennis B. **Relationship of seed vigor to crop yield: a review.** *Crop science*, v. 31, n. 3, p. 816-822, 1991.

Vian, A., Roux, D., Girard, S., Bonnet, P., Paladian, F., Davies, E., et al. (2006) **Microwave irradiation affects gene expression in plants.** *Plant Signal. Behav.*1, 67– 70. doi: 10.4161 / psb.1.2.2434

WRASSE, C.F. **Testes de vigor alternativos em sementes de arroz.** 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, RS. 2006.