

Fisiologia e sanidade de sementes de soja utilizando ondas eletromagnéticas

Physiology and sanity of soybean seeds using electromagnetic waves

Danniely Silva Santos¹, Rommel dos Santos Siqueira Gomes², Thamires Kelly Nunes Carvalho³, Alecksandra Vieira de Lacerda⁴, Carina Seixas Maia Dornelas⁵, José George Ferreira Medeiros⁶

RESUMO: O objetivo do trabalho foi verificar o efeito das ondas eletromagnéticas na qualidade sanitária e fisiológica das sementes de soja. As sementes foram submetidas a diferentes períodos de exposição (0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 e 160 segundos), sob ondas eletromagnéticas com potência de 900 w e frequência de 2,45 GHz, utilizando-se o micro-ondas e o fungicida dicarboximida (250 g. 100 kg⁻¹ de sementes), como tratamento adicional. Para o teste de sanidade foram utilizadas 200 sementes por tratamento, distribuídas em vinte repetições de dez sementes por placa de Petri. No teste de fisiológico, também foram utilizadas 200 sementes por tratamento, distribuídas em 50 sementes por papel Germitest. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizados, com dez tratamentos e quatro repetições de 50 sementes cada. Foram identificados nas sementes de soja os fungos, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium* sp. e *Fusarium* sp. Todos os períodos de exposição as ondas eletromagnéticas foram eficientes na redução dos fungos identificados nas sementes. A qualidade sanitária e fisiológica foi favorecida quando as sementes de soja foram expostas até 60 segundos, potência de 900 w e frequência de 2,45 GHz. A exposição das sementes de soja nos períodos acima de 80 segundos, sob condições de potência e frequência estudadas, interferiu negativamente no percentual de sementes duras.

Palavras-chave: Patologia de sementes. Tecnologia alternativa. Manejo de fungos.

ABSTRACT: The objective of this work was to verify the effect of electromagnetic waves on the sanitary and physiological quality of soybean seeds. The seeds were submitted to different exposure periods (0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 and 160 seconds), under electromagnetic waves with power of 900 W and frequency of 2.45 GHz, using the micro-ondas and the fungicide dicarboximide (250 g. 100 kg⁻¹ of seeds), as an additional treatment. For the sanity test, 200 seeds were used per treatment, distributed in ten seeds per Petri dish. In the physiological test, 200 seeds per treatment were also used, distributed in 50 seeds per Germitest paper. The experimental design used was completely randomized, with ten treatments and four replications of 50 seeds each. The fungi, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium* sp. and *Fusarium* sp. All periods of exposure to electromagnetic waves were efficient in reducing fungi identified in seeds. The sanitary and physiological quality was favored when the soybean seeds were exposed for up to 60 seconds, under a power of 900 W and a frequency of 2.45 GHz. The exposure of soybean seeds in periods longer than 80 seconds, under conditions of potency and frequency studied, had a negative effect on the percentage of hard seeds.

Keywords: Seed pathology. Alternative technology. Fungal management.

Autor correspondente: Rommel dos Santos Siqueira Gomes

E-mail: rommelssgomes@gmail.com

Recebido em: 16/12/2022

Aceito em: 23/05/2023

¹ Engenheira de Biosistemas, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Sumé (PB), Brasil.

² Doutor em Agronomia pelo Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGA) da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Areia (PB), Brasil.

³ Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente pelo Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, João Pessoa (PB), Brasil.

⁴ Doutora em Ecologia e Recursos Naturais, Docente da Unidade Acadêmica de Tecnologia do Desenvolvimento, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Sumé (PB), Brasil.

⁵ Doutora em Agronomia, Docente da Unidade Acadêmica de Tecnologia do Desenvolvimento, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Sumé (PB), Brasil.

⁶ Doutor em Agronomia, Docente da Unidade Acadêmica de Tecnologia do Desenvolvimento, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Sumé (PB), Brasil.

INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a leguminosa de maior destaque na agricultura mundial, apresentando uma importante relevância na economia. É considerada pelo seu potencial produtivo e versatilidade com os seus grãos, podendo ser utilizada na produção de ração animal, farinha, óleo, biocombustível, além do uso para alimentação humana (Costa; Santana, 2013).

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 à qualidade da produção de soja são as doenças, na qual se destacam as doenças fúngicas, que em maior parte, tem as sementes, como seu principal veículo de propagação (Galli; Panizzi; Vieira, 2007).

Geralmente, o controle químico tem sido o método, mais utilizado no tratamento das 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, físicos, biológicos, orgânicos e naturais (Barros *et al.*, 2013).

O tratamento físico é um dos métodos alternativos para tratamento de sementes, sem provocar reduções drásticas na germinação e desenvolvimento das plantas jovens (plântulas), levando em consideração que o impacto ambiental causado por esse tipo de tratamento é muito pequeno. Elementos físicos, por outro lado, têm sido utilizados para alcançar uma melhoria na mudança biológica nas plantas sem ocasionar impacto no ecossistema, não gerando resíduos e contaminantes (Govindaraj *et al.*, 2017).

Dentre os elementos físicos atualmente utilizados para tratamento de sementes, estão as ondas eletromagnéticas, tais como radiação ultravioleta, micro-ondas, ultrassom, laser e radiação ionizante. As radiações de micro-ondas (ondas eletromagnéticas) e ultravioleta (UV), são particularmente considerados métodos físicos para o tratamento de sementes pré-semeadura (Araújo *et al.*, 2016).

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo investigar o efeito das ondas eletromagnéticas na qualidade fisiológica e sanitária da semente de soja.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Fitossanidade do Semiárido (LAFISA), pertencente ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (CDSA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Sumé PB, Brasil.

Foram utilizadas sementes de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] cultivar A5 3310 IPRO, SAFRA 2020/2021, oriundas do município de Uruçuí-PI. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com dez tratamentos e quatro repetições de 50 sementes cada.

As sementes foram submetidas a diferentes períodos de exposição (0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 e 160 segundos), sob ondas eletromagnéticas com potência de 900 w e frequência de 2,45 GHz, utilizando-se o micro-ondas e, como tratamento adicional, o fungicida dicarboximida (250 g. 100 kg⁻¹ de sementes).

Após tratamento, as sementes foram incubadas utilizando o método *Blotter test* (BRASIL, 2009), sendo utilizadas 200 sementes por tratamentos, distribuídas em dez sementes por placa de Petri (9 cm), contendo dupla camada de papel filtro, umedecido com ADE (água destilada e esterilizada) e mantidas sob condições de incubação a 25 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 horas, por sete dias.

A identificação dos fungos relacionados às sementes foi realizada com o auxílio de um microscópio óptico e literatura especializada (Seifert *et. al.*, 2011). Assim, foi utilizado o Manual de Análise Sanitárias, publicação do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), para comparar e identificar 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).

Também, para análise fisiológica, foi determinando-se a capacidade germinativa das sementes de cada tratamento, utilizando-se 50 sementes por repetição dentro de camadas de três folhas de papel *Germitest* previamente esterilizado e umedecido com ADE na proporção de 2,5 vezes o seu peso do papel seco, enroladas em formato de rocambole e posteriormente acondicionadas em sacos plásticos transparentes, evitando a perda de água por evaporação. Em seguida as unidades experimentais foram mantidas em germinador tipo B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*) com temperatura regulada a 30 °C e fotoperíodo de 12 horas (Brasil, 2009).

Germinação – As avaliações da germinação foram realizadas no quinto ao oitavo dia, após a semeadura, considerando as sementes germinadas aquelas que apresentaram sistema radicular com pelo menos 2 cm de comprimento, e os resultados expressos em porcentagem (Brasil, 2009).

Primeira contagem da germinação – Realizada conjuntamente com o teste de germinação, onde foram registradas as sementes germinadas no quinto dia após a instalação do teste, sendo os resultados expressos em porcentagem.

Sementes duras e mortas – Ao final da avaliação do teste de germinação foi feita uma contagem para analisar o percentual de sementes duras e mortas, considerando como sementes duras aquelas que não absorveram água e apresentaram-se, como aspecto enrijecido. Já as sementes mortas, foram aquelas que ao final do teste de germinação apresentavam-se úmidas, com aspecto macio e, em alguns casos, com a presença de microrganismos (Brasil, 2009). Os dados foram expressos em porcentagem.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Realizou-se análise de regressão para os dados quantitativos com a significância dos modelos verificados pelo teste F ($p \leq 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas sementes de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], foi observado o percentual de fungos do gênero *Aspergillus niger*, na Figura 1A, pode-se verificar que os períodos de exposição atuaram de forma positiva na redução desse fungo.

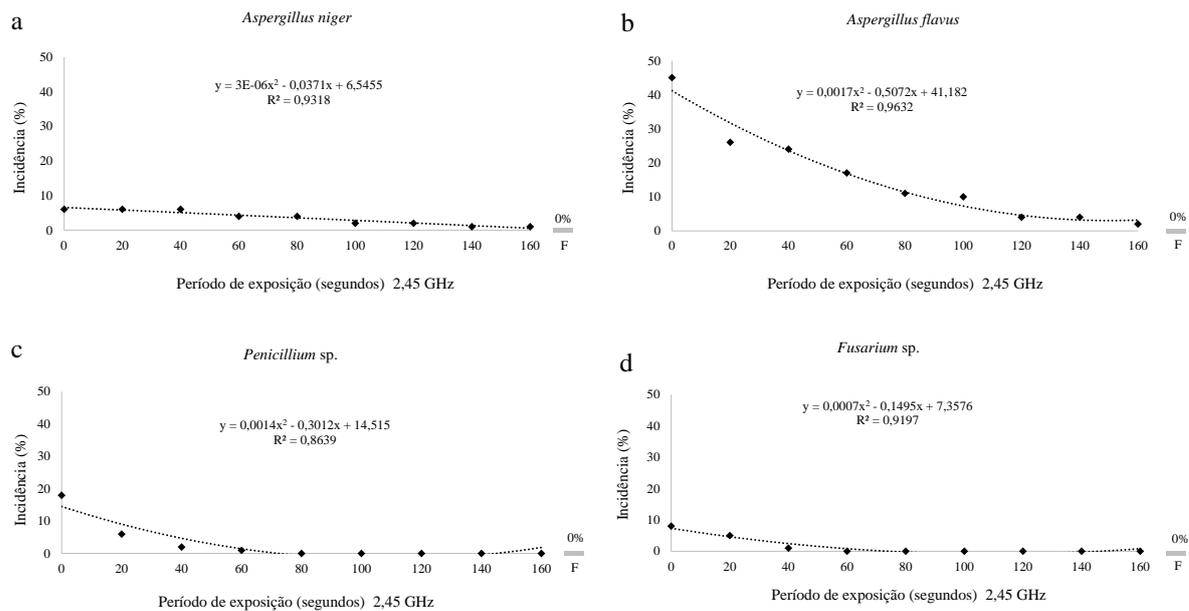


Figura 1. Incidência de *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium sp.* e *Fusarium sp.* em sementes de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] submetidas a diferentes períodos de exposição, sob ondas eletromagnéticas a potência de 900 w e frequência de 2,45 GHz. F= fungicida Dicarboximida (250 g. kg⁻¹ de sementes).

Como base na Figura 1b, pode-se observar a incidência do fungo *A. flavus*, nota-se que o período que apresentou a menor incidência do fungo quando comparado com os demais, foi o período de exposição de 160 segundos, no entanto, vale salientar que os períodos de 120 e 140 segundos apresentaram eficiência na redução do *A. flavus*.

Na Figura 1c, constatou-se a incidência do fungo *Penicillium sp.*, onde os períodos de exposição os quais as sementes foram submetidas atuaram de forma positiva na incidência desse fungo quando comparados com a testemunha. Dentre os períodos de exposição analisados, as menores incidência foram observadas nos períodos de 80 a 140 segundos (Figura 1c).

Nas Figuras 1a, b e c pode-se observar que os fungos presentes nas sementes de soja são fungos de armazenamento. Carvalho e Nakagawa (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).

A incidência de fungos do gênero *Fusarium sp.*, na semente de soja submetida aos períodos de exposição a ondas eletromagnéticas podem ser visualizadas na Figura 1d.

O *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* sp., *Penicillium* sp. e *Fusarium* sp., no período de exposição acima de 80 segundos.

Após a análise, 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*. Corroborando com Sahar *et al.* (2017), o uso de radiações de micro-ondas nas sementes de quiabo, guar e luffa, foram eficientes na redução da incidência de fungos do gênero *Fusarium* quando as mesmas foram expostas a períodos de 10 e 20 segundos. As ondas eletromagnéticas diminuíram a incidência de fungos da espécie *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. e *Fusarium* spp., no período de exposição acima de 80 segundos.

Em relação a qualidade fisiológica da semente de soja, verificou-se que o uso de ondas eletromagnéticas proporcionou um aumento no percentual de primeira contagem, esses dados podem ser observados na Figura 2. Os resultados obtidos estão diretamente associados a eficiência do tratamento físico na redução dos fungos, que são os principais responsáveis por causarem danos as sementes e ocasionarem a perda do potencial de germinação das sementes.

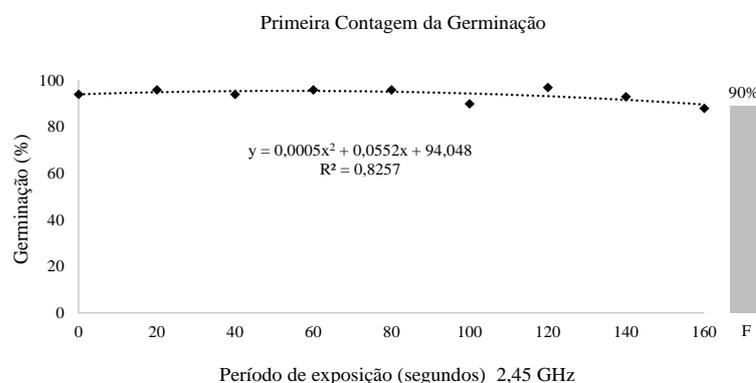


Figura 2. Percentual de primeira contagem da germinação de sementes de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] submetidas a diferentes períodos de exposição, sob ondas eletromagnéticas a potência de 900 w e frequência de 2,45 GHz. F= fungicida dicarboximida (250 g. kg⁻¹ de sementes).

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).

No teste de germinação (Figura 3) foi observado que o uso de ondas eletromagnéticas atuou de forma positiva proporcionando um percentual de germinação com valores acima de 95%, atestando que não houve nenhuma interferência negativa dos tratamentos utilizados. Todos os tratamentos utilizados se destacaram de forma positiva, auxiliando tanto no percentual de primeira contagem (Figura 2), como também, no processo germinativo da semente.

O efeito do micro-ondas 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-Elsaoud *et al.* 2017).

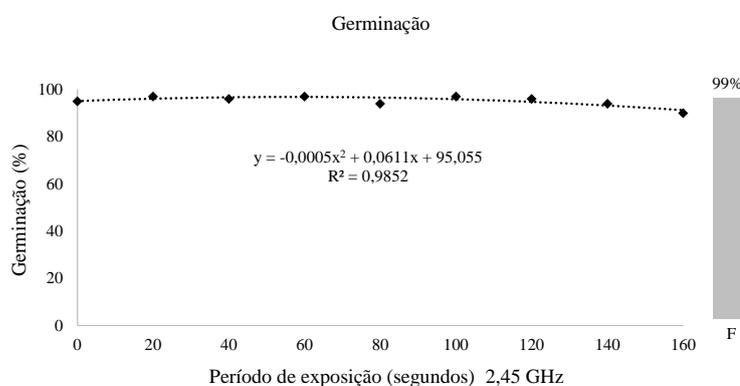


Figura 3. Percentual da germinação de sementes de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] submetidas a diferentes períodos de exposição, sob ondas eletromagnéticas a potência de 900 w e frequência de 2,45 GHz. F= fungicida dicarboximida (250 g. kg⁻¹ de sementes).

Aladjadiyan (2007) afirma que a energia introduzida na célula vegetal pelo tratamento físico, incluindo o uso de micro-ondas 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.

Na Figura 4, observa-se o percentual de sementes mortas, podemos observar que na medida que o período de exposição aumenta o índice de sementes mortas tende a aumentar, isso ocorre devido ao aumento de temperatura, no entanto, o período de exposição com maior

percentual de sementes mortas é o período de 160 segundos. No entanto, Bebawi *et al.* (2007), afirma que a germinação de sementes em aplicações de micro-ondas de curto prazo aumentou, entretanto, as sementes foram detectadas como mortas em aplicações de longo prazo.

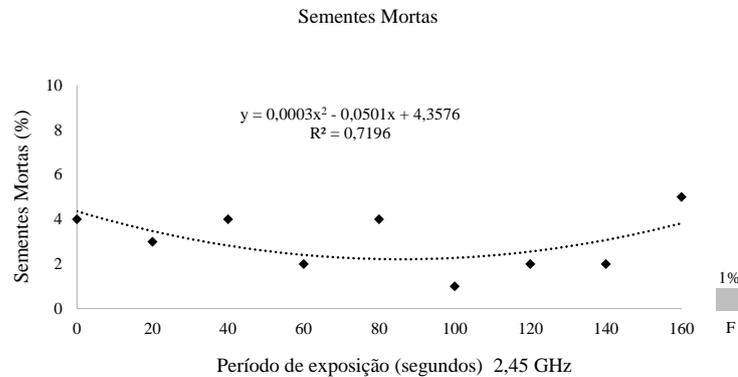


Figura 4. Percentual de sementes mortas de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] submetidas a diferentes períodos de exposição, sob ondas eletromagnéticas a potência de 900 w e frequência de 2,45 GHz. F= fungicida Dicarboximida (250 g. kg⁻¹ de sementes).

Verificou-se na Figura 5, o aumento do percentual de sementes duras (2%) de soja 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. 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.

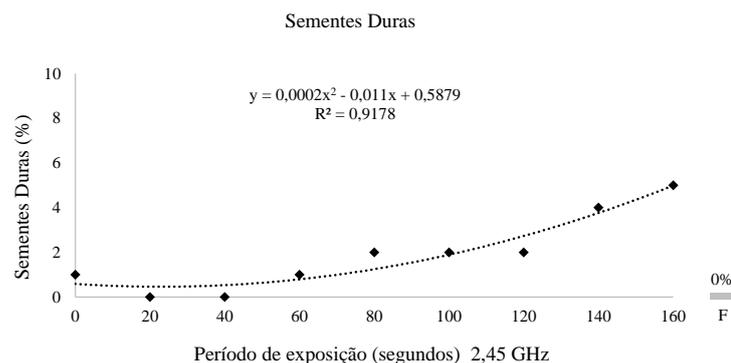


Figura 5. Percentual de sementes duras de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] submetidas a diferentes períodos de exposição, sob ondas eletromagnéticas a potência de 900 w e frequência de 2,45 GHz. F= fungicida dicarboximida (250 g. kg⁻¹ de sementes).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram identificados nas sementes de soja os fungos, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium* sp. e *Fusarium* sp. Todos os períodos de exposição as ondas eletromagnéticas foram eficientes na redução dos fungos identificados nas sementes. A qualidade sanitária e fisiológica foi favorecida quando as sementes de soja foram expostas até 60 segundos, sob potência de 900 w e frequência de 2,45 GHz. A exposição das sementes de soja nos períodos acima de 80 segundos, sob condições de potência e frequência estudadas, interferiu negativamente no percentual de sementes duras.

REFERÊNCIAS

- ABU-ELSAOUD, A. M.; QARI, S. H. Influence of microwave irradiations on germination, seedling growth and electrolyte leakage of Barley (*Hordeum vulgare* L.). *Catrina: The International Journal of Environmental Sciences*, v. 16, n. 1, p. 11-24., 2017. Doi: <https://doi.org/10.21608/CAT.2017.14255>
- ALADJADIYAN A. The use of physical methods for plant growing stimulation in Bulgaria. *Journal of Central European Agriculture*, v. 8, n. 3, p. 369–380, 2007. <https://hrcak.srce.hr/19607>
- ARAUJO, S. D.; PAPARELLA, S.; DONDI, D.; BENTIVOGLIO, A.; CARBONERA, D.; BALESTRAZZI, A. Physical methods for seed invigoration: advantages and challenges in seed technology. *Frontiers in Plant Science*, v. 7, n. 646, p. 1-12, 2016. Doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00646>
- 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*, v. 9, n. 16, p. 2072-2076, 2013. <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2013a/agrarias/uso%20de%20extratos.pdf>
- BEBAWI, E. F.; COOPER, A. F.; BRODIE, G. I.; MADIGAN, B. A.; VITELLI, J. S.; WORSLEY, K. J.; DAVIS, K. M. Effect of microwave radiation on seed mortality of rubber wine, parthenium and bellyache bush. *Plant Protection Quarterly*, v. 26, n. 4, p. 136-142, 2007. <https://caws.org.nz/PPQ202122/PPQ%2022-4%20pp136-1...>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de análise sanitária de sementes**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária/MAPA/ACS, 2009. 200p.
- CAMPANA, L. E.; SEMPE, M. E.; FILGUEIRA, R.R. Physical, chemical, and baking properties of wheat dried with microwave energy. *Cereal Chemistry*, v. 70, n. 6, p. 760-762, 1993.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590p.

CONCEIÇÃO, G. M.; LÚCIO, A. D.; MERTZ-HENNING, L. M.; HENNING, F. A.; BECHE, M.; ANDRADE, F. F. D. Physiological and sanitary quality of soybean seeds under different chemical treatments during storage. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 11, p. 1020-1024. 2016

<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/7DYyxBmkRpjNXJP5c9tjCTp/?lang=en>

COSTA, N.; SANTANA, A. Poder de mercado e desenvolvimento e novas cultivares de soja transgênicas e convencionais: análise da experiência brasileira. **Revista de Ciências Agrárias - Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 56, n. 1, p.61-68, 2013. Doi: <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2013.003>

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. Doi: <https://doi.org/10.1590/1808-1657000072014>

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.

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**, v. 33, n. 1, p. 40-46, 2007. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-54052007000100006>

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

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., JAYAS, D. S.; WHITE, N. D. G. Germination of wheat grains from uneven microwave heating in an industrial microwave dryer. **Canadian Biosystems Engineering**, v. 49, n. 3, p. 23-27. 2007.

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**, v. 44, n. 1, p. 24-31, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1983-40632014000100011>

SAHAR, R.; ABASSI, W.M., RAUF, A., ZAKI, M, J. Microwave radiations modulates growth, photosynthetic pigments and colonization of root infecting fungi on guar, okra and luffa. **International Journal of Biology and Biotechnology**, v. 15, p. 887-895, 2018

SEIFERT, K.; MORGAN-JONES, G.; GAMS, W.; KENDRICK, B. **The genera of Hyphomycetes**. CBS Biodiversity Series n. 9. CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, Utrecht. 2011. 997p.

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**, v. 24, n. 2, p. 24-30, 2002. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222002000100005>

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**, v. 32, n. 6, p. 465-47, 2007. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-41582007000600003>

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