

ELETROMAGNETISMO EM SEMENTES DE PEPINO: EFEITO SOBRE A GERMINAÇÃO E O RENDIMENTO DE FRUTOS

ELECTROMAGNETISM IN CUCUMBER SEEDS: EFFECT ON GERMINATION AND FRUIT YIELD

ELECTROMAGNETISMO EN SEMILLAS DE PEPINO: EFECTO SOBRE LA GERMINACIÓN Y EL RENDIMIENTO DE FRUTO

Anderson Dias Soares Souza ^{1*} ; Ana Lúcia Pereira Kikuti ² ; Mauricio Foschini ³ ; Hamilton Kikuti ⁴ 

¹Graduando do Curso de Engenharia Agrônômica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM). Graduando, orientado por Ana Lúcia Pereira Kikuti. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM), Uberlândia, Minas Gerais, Brasil; ²Pós Doutora Escola Superior Luiz de Queiroz / Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). Docente Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM), Uberlândia, MG, Brasil; ³Pós doutor Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Docente Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, MG, Brasil; ⁴Doutor Universidade Federal de Lavras (UFLA). Docente Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, MG, Brasil.

*Autor correspondente: anderson.souza@estudante.iftm.edu.br.

Recebido: 10/08/2025 | Aprovado: 25/08/2025 | Publicado: 06/09/2025

Resumo: O impacto de campos eletromagnéticos sobre a germinação de sementes e desenvolvimento de plantas vem sendo estudado como alternativa para melhorar o desempenho de sementes e vigor das plantas sem impactar negativamente o meio ambiente. Objetivou-se avaliar os efeitos do tratamento eletromagnético sobre a germinação e rendimento de frutos de pepino. As sementes de pepino japonês “Aodai” foram submetidas a duas intensidades de campo eletromagnético (20mT e 200mT) e dois tempos de submissão (1 e 30 minutos), além de uma testemunha (sem submissão ao campo eletromagnético), com cinco repetições. Após a submissão das sementes aos campos eletromagnéticos, as sementes foram divididas em duas porções, onde a primeira foi utilizada para o teste de germinação e a segunda foi utilizada para produção de mudas. As mudas foram transplantadas para condições de casa de vegetação, em vasos com capacidade para 20 dm⁻³, sendo posicionadas uma muda em cada vaso. Por ocasião da colheita foram avaliados o perímetro, massa e comprimento de frutos de pepino. As sementes submetidas ao campo eletromagnético de 20 mT durante 30 minutos proporcionaram frutos com maiores valores de massa, comprimento e perímetro que as submetidas a 200 mT durante 30 minutos. As sementes expostas ao campo eletromagnético em diferentes intensidades e tempos de exposição não diferenciaram da testemunha, quando consideradas a germinação e rendimento de frutos. Conclui-se que as intensidades e tempos de exposição das sementes aos campos eletromagnéticos não influenciam a germinação e o rendimento de frutos de pepino.

Palavras-chave: Casa de vegetação. *Cucumis sativus* L. Eletromagnetismo. Produção de mudas.

Abstract: The impact of electromagnetic fields on seed germination and plant development has been studied as an alternative to improve seed performance and plant vigor without negatively affecting the environment. This study aimed to evaluate the effects of electromagnetic treatment on the germination and fruit yield of cucumber. Seeds of Japanese cucumber "Aodai" were subjected to two electromagnetic field intensities (20 mT and 200 mT) and two exposure times (1 and 30 minutes), in addition to a control (no exposure to the electromagnetic field), with five replicates. After exposure to the electromagnetic fields, the seeds were divided into two portions: one for the germination test and the other for seedling production. The seedlings were transplanted into greenhouse conditions, using pots with a capacity of 20 dm³, with one seedling per pot. At harvest, fruit diameter, weight, and length were evaluated. Seeds exposed to the 20 mT electromagnetic field for 30 minutes produced fruits with higher weight, length, and diameter compared to those subjected to 200 mT for 30 minutes. However, seeds exposed to different field intensities and exposure times did not differ from

the control regarding germination and fruit yield. It is concluded that the intensities and exposure times of seeds to electromagnetic fields do not influence cucumber seed germination or fruit yield.

Keywords: Greenhouse. *Cucumis sativus* L. Electromagnetism. Seedling production.

Resumen: El impacto de los campos electromagnéticos sobre la germinación de semillas y el desarrollo de plantas se ha estudiado como una alternativa para mejorar el desempeño de las semillas y el vigor de las plantas sin afectar negativamente al medio ambiente. El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos del tratamiento electromagnético sobre la germinación y el rendimiento de frutos de pepino. Las semillas de pepino japonés “Aodai” fueron sometidas a dos intensidades de campo electromagnético (20 mT y 200 mT) y dos tiempos de exposición (1 y 30 minutos), además de un testigo (sin exposición al campo electromagnético), con cinco repeticiones. Después de la exposición a los campos electromagnéticos, las semillas se dividieron en dos porciones: una para la prueba de germinación y la otra para la producción de plántulas. Las plántulas fueron trasplantadas a condiciones de invernadero, en macetas con capacidad de 20 dm³, colocando una plántula por maceta. En la cosecha se evaluaron el diámetro, la masa y la longitud de los frutos de pepino. Las semillas expuestas al campo electromagnético de 20 mT durante 30 minutos produjeron frutos con mayor masa, longitud y diámetro en comparación con las expuestas a 200 mT durante 30 minutos. Sin embargo, las semillas sometidas a diferentes intensidades y tiempos de exposición no se diferenciaron del testigo en cuanto a germinación y rendimiento de frutos. Se concluye que las intensidades y los tiempos de exposición de las semillas a los campos electromagnéticos no influyen en la germinación ni en el rendimiento de frutos de pepino.

Palabras-clave: Invernadero. *Cucumis sativus* L. Electromagnetismo. Producción de plántulas.

1 INTRODUÇÃO

O pepino (*Cucumis sativus* L.) pertence à família das cucurbitáceas, a mesma das abóboras, morangas, melancia, melão, chuchu, maxixe, tendo como centro de origem a Índia. A cultura do pepino tem grande importância econômica e social dentro do agronegócio de hortaliças no Brasil, sendo muito apreciado e consumido em todas as regiões brasileiras, o fruto pode ser consumido na forma crua em saladas, sanduíches, sopas ou em conservas, podendo ser utilizados em cosméticos e medicamentos devido a suas propriedades nutracêuticas (Carvalho *et al.*, 2013).

A necessidade por alimentos vem aumentando substancialmente, com isso a adoção de técnicas que possibilitem o incremento dos índices de produtividade é fundamental para atender a demanda global. Tais técnicas devem ter baixo ou nenhum impacto ambiental, e atualmente vem se destacando a utilização de campos eletromagnéticos. Sabe-se que todos os organismos vivos são submetidos a campos magnéticos constantes com intensidade de aproximadamente $6,0 \times 10^{-5}$ Tesla (T), promovido pelo núcleo ferromagnético terrestre (Nelson & Medeiros, 2012).

Pesquisas vêm sendo desenvolvidas a fim de verificar os efeitos a nível citológico desse campo, demonstrando a sua interação com organelas celulares, na concentração de Ca²⁺ no citoplasma, promovendo maior atividade de síntese e degeneração de proteínas, dentre outras (Belyavskaya, 2004). Estudos também buscam compreender se as exposições a campos magnéticos de maior intensidade influenciam sobre os aspectos agronômicos.

Estudos agronômicos têm demonstrado efeitos positivos do tratamento magnético sobre germinação e vigor de sementes de milho (Zepeda-Bautista *et al.*, 2010).

Naz *et al.* (2012) trabalhando com quiabeiro, observaram incremento na massa de frutos e número de sementes por planta. Ahamed, Elzaawely & Bayoumi (2013) verificaram aumento nos valores médios de massa de frutos de pimentão frescos e secos, bem como no número de frutos, além de maior concentração de vitamina C, e redução do período de maturação, quando as sementes e a água de irrigação foram submetidas à campos eletromagnéticos. Esses autores atribuíram tais efeitos à possível excitação estrutural bioenergética, que provoca estimulação enzimática e afeta a regulação de mecanismos de desenvolvimento da planta.

Por outro lado, De Souza *et al.* (2010) não identificaram diferenças significativas na porcentagem de germinação de sementes de tomate submetidas à campos eletromagnéticos de diferentes intensidades e tempos de exposição. No entanto, Florez *et al.* (2007) observaram redução significativa no tempo necessário para atingir 50% de germinação em sementes de milho submetidas à campo eletromagnético.

A aplicação de tratamento magnético na cultura do tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é relatada em artigos como atuante na melhoria de diversos aspectos fisiológicos da planta, influenciando até na capacidade de manutenção dos aspectos produtivos quando infectada por patógenos. Em pesquisa realizada por Agustrina, Nurcahyani, & Irawan (2018) sementes infectadas por *Fusarium* sp. submetidas ao tratamento magnético de intensidade 0,2 mT expressaram uma maior taxa de floração e número de frutos se comparado com a testemunha sem tratamento, demonstrando que tal tratamento pode ser benéfico na mitigação de problemas fitossanitários.

Tendo em vista a importância do uso de práticas sustentáveis na agricultura e do aumento da produtividade das culturas esse trabalho teve como objetivo verificar a influência de campos eletromagnéticos sobre a germinação e o desenvolvimento de frutos de pepino.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da pesquisa

Trata-se de uma pesquisa aplicada, caracterizando-se pelo estudo dos efeitos de campos eletromagnéticos no tratamento de sementes de pepino japonês cultivar Aodai, avaliando seus efeitos sobre a germinação e os parâmetros de massa, comprimento e perímetro de frutos de pepino.

2.2 Área de Estudo e Público-alvo

A primeira parte do trabalho consistiu na exposição de sementes ao campo magnético, no Laboratório de Ensino em Eletromagnetismo (LEE), na Universidade Federal de Uberlândia, de coordenadas locais 18°55'9" de latitude S e 48°15'36" de longitude W, com a magnitude máxima do campo magnético local de de 23,1 μ T. As sementes de pepino japonês cultivar Aodai foram submetidas a campos eletromagnéticos em diferentes intensidades, utilizando um eletroímã com núcleo de ferro doce e duas bobinas (900 espiras e 6)m conectada a uma fonte de corrente elétrica ajustável, o qual pelo princípio da lei de Ampère torna possível obter diferentes intensidades do campo magnético.

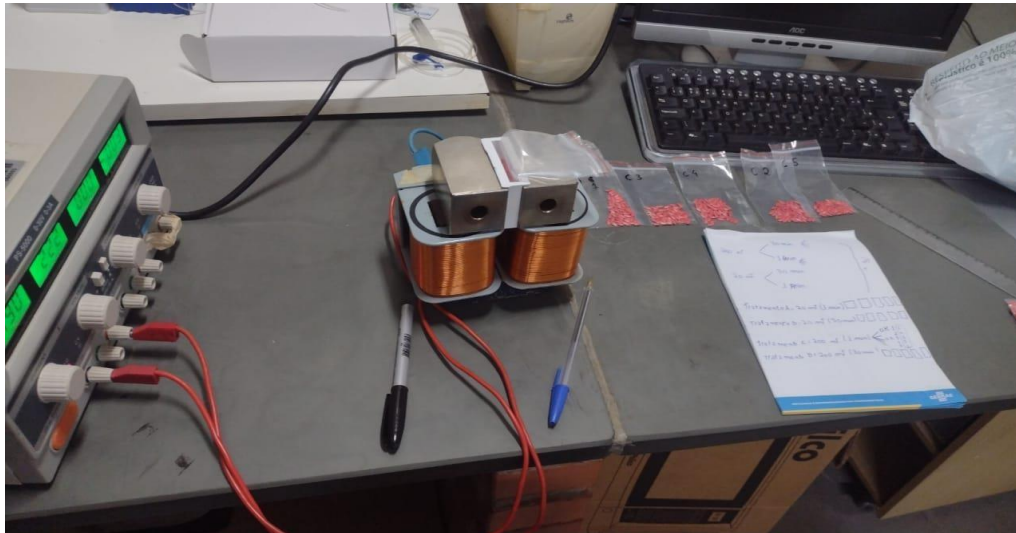
A segunda e a terceira etapa foram conduzidas em laboratório de Sementes do Instituto Federal do Triângulo Mineiro, Campus Uberlândia, em Uberlândia, MG e em casa de vegetação da Universidade Federal de

Uberlândia, Campus Umuarama, em Uberlândia, MG. As coordenadas locais de referência da casa de vegetação são 18° 55' 25" de latitude sul e 48° 17' 19" de longitude oeste, a uma altitude de aproximadamente 850 metros.

2.3 Metodologia da pesquisa

Para direcionar o campo magnético, foram utilizadas barras de ferro doce que, em formato “cíclico” com uma fissura central, conduziram o campo gerado por duas bobinas de 1200 espiras e amperagem máxima de 1A (Figura 1).

Figura 1- Equipamento para aplicação das ondas eletromagnéticas adaptado para utilização em sementes de pepino.



Fonte: Souza, 2024.

Para fornecer eletricidade ao sistema contou-se com uma fonte de corrente contínua (CC) com ajuste de tensão e corrente INSTRUTHERM FA-3005/5A. Os campos eletromagnéticos foram verificados por meio de um gaussímetro digital Phywe (13610.93) com uma sonda axial (13610.02). As sementes nestes contextos, foram posicionadas em relação ao centro da barra de ferro utilizando um suporte construído em impressora 3D. As sementes foram expostas a duas intensidades de campo magnético, entre 20 e 200 mT (militesla), variando com dois tempos de exposição (1 e 30 minutos), por se tratar de um campo magnético de quatro e cinco ordens de grandeza maior que a magnitude total do campo magnético terrestre local, este campo foi desprezado.

O teste de germinação foi realizado no laboratório de análise de sementes do IFTM, seguindo as recomendações prescritas nas Regras para análise de sementes – RAS (Brasil, 2009). O experimento foi instalado com 5 repetições de 50 sementes por tratamento, semeadas em rolos de papel, utilizando-se 3 folhas de papel germiteste umedecidas com água, na quantidade de 2,5 vezes a massa do substrato seco. Os rolos de papel foram envolvidos com saco de plástico e colocados em uma câmara de germinação tipo BOD, configurada para um fotoperíodo 8 horas de luz e 16 horas no escuro com temperatura de 25°C. As avaliações foram realizadas aos 4 e 8 dias após a implantação do teste, contabilizando as plântulas normais ao final desse período, obtendo-se a porcentagem de germinação.

Após a exposição ao campo magnético, as sementes foram imediatamente semeadas em bandejas de plástico, cada qual contendo 128 células nas dimensões (CxLxA) 54 cm x 28 cm x 4,8 cm, portando um volume

de 20 mL de substrato por célula, adequando-se ao preconizado por Drost (2015) para a cultura do tomate. Foram realizadas 5 repetições de 50 sementes por tratamento. As células foram preenchidas com substrato e posteriormente levadas à uma casa de vegetação, em ambiente protegido, local em que receberam duas lâminas de água por dia.

Aos 30 dias após a semeadura e tomando como base as recomendações de Becker *et al.* (2016) as mudas com 2 e 3 folhas definitivas e altura de 8 a 12 cm foram transplantadas. O transplântio foi realizado para vasos com capacidade de 20 dm³ contendo mistura de solo argiloso e areia média na proporção de 1:3, acrescido de adubo mineral. O solo utilizado como substrato para o crescimento das mudas foi coletado em um latossolo vermelho distrófico típico (Santos, 2018) de textura muito argilosa, que foi submetido a análise química para correções de pH (saturação por bases a 80%) e obtenção das concentrações de nutrientes disponíveis para o cálculo da adubação de plantio e cobertura.

Durante o experimento, a umidade do solo foi mantida próximo à 60% da capacidade de campo com a utilização de irrigação do tipo gotejo e temporizador elétrico, com duas aplicações diárias. A adubação de plantio e cobertura foi realizada tomando-se como base o resultado da análise de solo e a recomendação de Ribeiro, Guimarães & Alvarez (1999).

O delineamento experimental seguiu o esquema fatorial (2 x 2) + 1 adicional (Testemunha) envolvendo dois tratamentos magnéticos [intensidades de 20 e 200 mT (militesla)] e dois tempos de exposição ao campo magnético (1 e 30 minutos) com cinco repetições, totalizando 25 parcelas. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso plástico com solo e areia na proporção (1:3) e uma muda de pepino.

Para o controle de plantas daninhas, foi utilizado o desbaste manual realizado duas vezes por semana, e monitoramento de pragas e doenças, não sendo necessária a utilização de defensivos químicos.

Avaliou-se a porcentagem de germinação, e na fase de colheita foram avaliados o perímetro, massa e comprimento de frutos. O perímetro de todos os frutos colhidos foi medido utilizando fita métrica, graduada em mm, na posição central dos frutos, após corte transversal. A massa dos frutos foi determinada em balança com precisão de 0,1g e o comprimento dos frutos determinado utilizando-se régua graduada em mm.

A colheita dos frutos foi realizada semanalmente, de acordo com o ponto ideal, seguindo recomendações de Pilon *et al.* (2018), sendo a maturação é indicada pela cor e pelo tamanho do fruto, de acordo com a variedade cultivada. No caso da variedade Aodai de pepino japonês que foi cultivada no experimento, a recomendação é que os frutos sejam colhidos com comprimento entre 18cm e 22cm, sendo que a coloração é um dos pontos de suma importância para a determinação do ponto de colheita do pepino, não atingindo o comprimento ideal, mas sim a coloração, está no ponto de colheita (Ceagesp, 2003).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos de sementes por meio da submissão à campos eletromagnéticos de intensidades e tempos diferentes (20mT e 200mT, por 1 e 30 minutos) não mostraram efeito sobre o percentual de germinação em comparação ao grupo controle, que não recebeu tratamento. O percentual de germinação variou entre 94,5% e

98,0% entre os tratamentos (Tabela 1). Resultados similares foram observados por De Souza *et al.* (2010), expondo sementes de tomate a campo eletromagnético de intensidades entre 80 e 200 mT e tempos de exposição variando de 1 a 20 minutos, no qual não foram identificadas diferenças significativas na porcentagem de germinação. Neste trabalho, porém, identificaram aumento na velocidade de germinação, associado à exposição aos campos eletromagnéticos. Descobertas análogas a destes autores também foram relatadas por Florez *et al.* (2007), que observaram uma redução significativa no tempo necessário para atingir 50% de germinação em sementes de milho tratadas com CEM, porém sem incrementos na porcentagem germinação.

Tabela 1 – Valores médios de germinação (%), perímetro de frutos (cm), massa de frutos (g) e comprimento de frutos (cm) de pepino provenientes de sementes submetidas à campos eletromagnéticos de 20mT e 200mT durante 1minuto e 30 minutos e sem nenhum tratamento.

Tratamentos	Germinação (%)	Perímetro de Frutos (cm)	Massa de Frutos (g)	Comprimento de Frutos (cm)
20 mT 1min	94,4 a	17,28 ab	344,8 ab	19,36 ab
20 mT 30min	98,0 a	18,60 a	493,2 a	20,70 a
200mT 1 min	96,4 a	16,80 ab	361,9 ab	19,14 ab
200 mT 30 min	98,4 a	10,30 b	173,2 b	11,00 b
Testemunha	96,4 a	16,96 ab	347,8 ab	20,80 a
CV (%)	2,9	26,7	35,7	26,1

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Souza, 2024.

A aplicação de corrente eletromagnética com 20mT por 30 minutos proporcionou maior perímetro, massa e comprimento de frutos que a aplicação de 200 mT durante 30 minutos, no entanto, não diferiram da testemunha.

Verifica-se a incapacidade dos campos eletromagnéticos em promover incrementos na germinação, perímetro, massa e comprimento de frutos de pepino (Tabela 1).

Resultados similares foram obtidos por De Souza *et al.* (2006), ao verificar que os efeitos do tratamento de sementes com campos eletromagnéticos para a cultura do tomate não foram influentes diante da variável número de frutos colhidos, em comparação com plantas não tratadas. Para a cultura do feijão, Katsenios *et al.* (2020) também descreveram a ausência de significância para efeitos do tratamento com campos eletromagnéticos na variável massa de grãos nas cultivares estudadas.

Em contrapartida, há autores que destacam os efeitos positivos para variáveis produtivas ao realizarem o tratamento eletromagnético de sementes, incluindo Ethimiadou *et al.* (2014) para a cultura do tomate, Bilalis *et al.* (2013), para a cultura do algodão, Katsenios *et al.* (2020) para a cultura do feijão.

Houve um aumento de mais de 40% entre a massa da testemunha e a massa obtida com a aplicação de 20 mT por 30 minutos.

O aumento do tempo ou da intensidade da corrente eletromagnética contribuiu para a redução dos valores obtidos na massa, comprimento e perímetro de frutos. Destaque especial deve ser direcionado para o fato de que a aplicação de corrente eletromagnética com 20mT por 30 minutos proporcionou maior perímetro, massa e comprimento de frutos que a aplicação de 200 mT durante 30 minutos

Os campos eletromagnéticos de 20mT e 200 mT aplicados às sementes, durante 1 e 30 minutos não apresentaram efeito sobre a germinação de sementes.

Os campos eletromagnéticos de 20mT e 200 mT aplicados às sementes, durante 1 e 30 minutos não apresentaram efeito sobre a qualidade de frutos de pepino.

4 CONCLUSÕES

As intensidades e tempos de exposição das sementes aos campos eletromagnéticos não influenciam a germinação e o rendimento de frutos de pepino.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro com a concessão de bolsa de iniciação científica ao primeiro autor.

Os autores agradecem ao apoio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM), Campus Uberlândia, pelo apoio na realização do presente trabalho de pesquisa.

Os autores agradecem ao apoio da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), pelo apoio na realização do presente trabalho de pesquisa.

Conflitos de interesses

Os autores declaram que não há conflitos de interesse. Todos os autores estão cientes da submissão do artigo.

Contribuições dos autores

Anderson Dias Soares Souza atuou na elaboração e condução das atividades relativas ao trabalho de pesquisa em questão. Acompanhou a formatação e irá colaborar com o envio e apresentação do artigo no evento para fins de publicação.

Mauricio Foschini acompanhou e orientou as etapas referentes a aplicação dos campos eletromagnéticos e todas as metodologias e procedimentos relacionados.

Ana Lúcia Pereira Kikuti orientou na elaboração e condução do projeto de pesquisa em questão. Acompanhar a revisão do conteúdo e formatação do trabalho para fins de publicação.

Hamilton Kikuti apoiou e acompanhou a condução das atividades relativas ao trabalho na etapa de casa de vegetação. Acompanhou a revisão e formatação do trabalho para fins de publicação.

REFERÊNCIAS

- Agustrina, R., Nurcahyani, E.; Irawan, B. (2018). Tomato Generative Growth from the Seeds Exposed to 0,2 mT of Magnetic Field and Infected by *Fusarium* sp. *Journal of Physics: Conference Series*, 1116, 1-7. <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1116/5/052002>
- Ahamed, M.E.M., Elzaawely, A.A., & Bayoumi, Y.A. (2013). Effect of Magnetic Field on Seed Germination, Growth and Yield of Sweet Pepper (*Capsicum annuum* L.). *Asian Journal of Crop Science*, Paquistão, 5, 286-294. <http://dx.doi.org/10.3923/ajcs.2013.286.294> .
- Becker, W. F. (Coord.), Wamser, A. F., Feltrim, A. L., Suzuki, A., Santos, J. P., Valmorbidia, J., Hahn, L., Marcuzzo, L. L., & Mueller, S. (2016). *Sistema de produção integrada para o tomate tutorado em Santa Catarina*. Florianópolis, SC: Epagri. <https://www.agrolink.com.br/downloads/SistemaIntegradoTomateTutoradoemSC.pdf>
- Belyavskaya, N.A. (2004). Biological effects due to weak magnetic field on plants. *Advances In Space Research*. 34, 1566-1574. <http://dx.doi.org/10.1016/j.asr.2004.01.021> .
- Bilalis, D. J., Katsenios, N., Efthimiadou, A., Karkanis, A., Khah, E. M., & Mitsis, T. (2013). Magnetic field pre-sowing treatment as an organic friendly technique to promote plant growth and chemical elements accumulation in early stages of cotton. *Australian Journal of Crop Science*. 7, 46–50. https://www.cropj.com/bilalis_7_1_2013_46_50.pdf
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes. (2009). Brasília: Mapa/ACS. 399 p. https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf
- Carvalho, A. D. F. de, Amaro, G. B., Lopes, J. F., Vilela, N. J., Michereff Filho, M., & Andrade, R. (2013). *A cultura do pepino*. Brasília: Embrapa. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/956387>
- Ceagesp. (2003) *Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura Normas de Classificação do Pepino*. Centro de qualidade em Horticultura. CQH/CEAGESP. São Paulo. (CQH. Documentos, 23). <https://ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2015/07/pepino.pdf>
- De Souza A, Garcí D, Sueiro L, Gilart F, Porras E, & Licea L. (2006) Pre-sowing magnetic treatments of tomato seeds increase the growth and yield of plants. *Bioelectromagnetics*. 27, 247-257. <https://doi.org/10.1002/bem.20206> .
- De Souza, A., Sueiro, L., García, D., & Porras, E. (2010) Extremely low frequency non-uniform magnetic fields improve tomato seed germination and early seedling growth. *Seed Sci. & Technol*. 38, 61–72. <http://dx.doi.org/10.15258/sst.2010.38.1.06>
- Drost, D. (2015). *Vegetable transplant production. Horticulture extension of Utah State University*. 8 p. (Horticulture/vegetables 2015-2). <https://extension.usu.edu/productionhort/files/Vegetable-Transplant-Production.pdf>
- Efthimiadou, A., Katsenios, N., Karkanis, A., Papastilianou, P., Triantafyllidis, V., Travlos, I., & Bilalis D. J. (2014). Effects of presowing pulsed electromagnetic treatment of tomato seed on growth, yield and lycopene content. *The Scientific World Journal*. 2014, 1-6. <https://doi.org/10.1155/2014/369745>
- Florez, M., Padrino, M. V. C., & Martinez, E. (2007). Exposure of maize seeds to stationary magnetic fields: Effects on germination and early growth. *Environmental and Experimental Botany*, 59, 68-75, 2007. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2005.10.006>

- Katsenios, N., Sparangis, P., Kakabouki, I., & Efthimiadou, A. (2020). Influence of pulsed electromagnetic field as a pre-sowing treatment on germination, plant growth and yield of broad beans. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(3), 1398–1412. <https://doi.org/10.15835/nbha48311989>
- Naz A., Jamil Y., ul Haq, Z., Iqbal, M., Ahmad, M.R., Ashraf, M.I., & Ahmad, R. (2012) Enhancement in the germination, growth and yield of okra (*Abelmoschus esculentus*) using pre-sowing magnetic treatment of seeds. *Indian J Biochem Biophys.* 49, 211-214.
- Nelson, O. R., Medeiros, J. R. de. (2012). Assim na Terra como no céu: a teoria do dínamo como uma ponte entre o geomagnetismo e o magnetismo estelar. *Revista Brasileira de Ensino de Física.* 34, 4601.1-4601.9.
- Pilon, L., Melo, R. A. de., & Carvalho, A. D. F. de. (2018). *Recomendações técnicas para a colheita e pós-colheita de pepino*. Comunicado Técnico, 119. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1106633/1/COT119.pdf>
- Ribeiro, A. C., Guimarães, P. T. G., & Alvarez, V. H. (eds.) (1999) *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. 5. aproximação. Viçosa, MG. 359 p.
- Santos, H. G. dos; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C. dos; Oliveira, V. A. de; Lumbreras, J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A. de; Araujo Filho, J. C. de; Oliveira, J. B. de; & Cunha, T. J. F. (2018). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5. ed. rev. amp. Brasília, DF: Embrapa, 356p. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>
- Zepeda-Bautista, R., Hernández-Aguilar, C., Domínguez-Pacheco, A., Cruz-Orea, A., Godina-Nava, J. J., Martínez-Ortiz, E. (2010). Electromagnetic field and seed vigour of corn hybrids. *International Agrophysics.* 24, 329-332.