

Effect of the Application of Magnetic Fields to Irrigation Water on the Germination of Rice Seeds

Rolando Montero-Atencio¹, César Almanza Cruz², and Pablo Montero-Prado³

¹Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Panamá, rolandofm2003@gmail.com

²Universidad Tecnológica de Panamá, Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica, Panamá, Panamá, cesar.almanza@utp.acpa

³Universidad Tecnológica de Panamá, Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica, Panamá, Sistema Nacional de Investigación, SENACYT, Panamá, pablo.montero@utp.acpa

Abstract – Currently, the production of rice (Oryza sativa) is considered one of the most important and impactful crops worldwide, given that it alone contributes approximately 27% of caloric energy and 20% of dietary proteins. The world production of this grain in 2018 was 782 Million Tons, with a productivity of approximately 102 quintals per hectare (QQ/Ha).

Rice production can be affected by multiple biotic and abiotic factors. However, in general, the aim is for the crop to have superior characteristics of germination, purity, reversible dormancy levels, use the smallest amount of seeds per surface, improving the vegetative development of the plant, optimize the level of use of the different factors maximizing plant production per cultivated area. These factors intrinsic to seed quality affect grain production, and the growth and development of the plant in the field depends on the quality of the seed.

This research used the technique of applying magnetic fields to the water that was used to irrigate rice seeds, which results in an eco-friendly technique that has been previously tested on different types of crops, with very promising results. For this, a quantitative study was carried out. Different application times will be evaluated to determine the conditions and the best results on the seeds. The seeds used will be selected at random from the same lot and variety.

As a tool for determining the effects caused, the following parameters were considered: 1). Germination percentage; 2). Germination time, under controlled humidity, temperature and lighting conditions.

Keywords—Magnetic fields, germination, cultivation, irrigation, water.

Efecto de la Aplicación de Campos Magnéticos al Agua de Riego sobre la Germinación de Semillas de Arroz

Rolando Montero-Atencio¹, César Almanza Cruz², and Pablo Montero-Prado³

¹Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Panamá, rolandofm2003@gmail.com

²Universidad Tecnológica de Panamá, Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica, Panamá, Panamá, cesar.almanza@utp.acpa

³Universidad Tecnológica de Panamá, Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica, Panamá, Sistema Nacional de Investigación, SENACYT, Panamá, pablo.montero@utp.acpa

Resumen— Actualmente la producción de arroz (*Oryza sativa*), es considerado uno de los cultivos de mayor importancia e impacto a nivel mundial, dado que por sí solo contribuye con aproximadamente el 27% de la energía calórica y el 20% de proteínas alimentarias. La producción mundial de este grano en 2018 fue de 782 Millones de Toneladas, con una productividad de aproximadamente 102 quintales por hectárea (QQ/Ha).

La producción de arroz puede verse afectada por múltiples factores bióticos y abióticos. Sin embargo, de forma general, se busca que el cultivo posea características superiores de germinación, pureza, niveles de latencia reversibles, utilizar la menor cantidad de semillas por superficie, mejorando el desarrollo vegetativo de la planta, optimizar el nivel de aprovechamiento de los diferentes factores maximizando la producción de las plantas por superficie cultivada. Estos factores intrínsecos a la calidad de la semilla inciden en la producción de grano, y de la calidad de la semilla depende el crecimiento y desarrollo de la planta en campo.

Esta investigación utilizó la técnica de aplicación de campos magnéticos al agua que se utilizó para el riego de las semillas de arroz, la cual resulta en una técnica eco amigable que ha sido probada previamente sobre diferentes tipos de cultivos, con resultados muy prometedores. Para esto, se realizó un estudio cuantitativo. Se evaluarán distintos tiempos de aplicación para determinar las condiciones y los mejores resultados sobre las semillas. Las semillas utilizadas se seleccionarán al azar dentro de la mismo lote y variedad de estas.

Como herramienta de determinación de los efectos causados, se consideraron los siguientes parámetros: 1). Porcentaje de germinación; 2). Tiempo de germinación, en condiciones de humedad, temperatura e iluminación controladas.

Palabras Claves—Campos magnéticos, germinación, cultivo, riego, agua.

Abstract – Currently, the production of rice (*Oryza sativa*) is considered one of the most important and impactful crops worldwide, given that it alone contributes approximately 27% of caloric energy and 20% of dietary proteins. The world production of this grain in 2018 was 782 Million Tons, with a productivity of approximately 102 quintals per hectare (QQ/Ha).

Rice production can be affected by multiple biotic and abiotic factors. However, in general, the aim is for the crop to have superior characteristics of germination, purity, reversible dormancy levels, use the smallest amount of seeds per surface, improving the vegetative development of the plant, optimize the level of use of the different factors maximizing plant production per cultivated area.

These factors intrinsic to seed quality affect grain production, and the growth and development of the plant in the field depends on the quality of the seed.

This research used the technique of applying magnetic fields to the water that was used to irrigate rice seeds, which results in an eco-friendly technique that has been previously tested on different types of crops, with very promising results. For this, a quantitative study was carried out. Different application times will be evaluated to determine the conditions and the best results on the seeds. The seeds used will be selected at random from the same lot and variety.

As a tool for determining the effects caused, the following parameters were considered: 1). Germination percentage; 2). Germination time, under controlled humidity, temperature and lighting conditions.

Keywords—Magnetic fields, germination, cultivation, irrigation, water.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el arroz (*Oryza sativa*), es considerado uno de los cultivos de mayor importancia e impacto a nivel mundial dado que por sí solo contribuye con aproximadamente el 27% de la energía calórica y el 20% de proteínas alimentarias [1]. La producción mundial de este grano en 2020 fue de 9 700 Millones de Quintales con una productividad de aproximadamente 102 quintales por hectárea (QQ/Ha). La producción nacional de arroz en Panamá fue de 7 416 500 QQ, se sembraron 90 080 Ha, con un rendimiento de 82 QQ/Ha pero con una pérdida del grano sembrado de 5 810 Ha, que fue sembrado y no germinó, o que germinó y no fue cosechado [2]. La producción de arroz estimada en Panamá, en el 2018 tuvo un déficit de 4 000 000 QQ (aproximadamente 35%) [2].

La producción de este importante grano puede verse afectada por múltiples factores como temperatura, luz, viento, erosión, disponibilidad de nutrientes, agua, preparación de suelo, malezas, establecimiento del cultivo, plagas, patógenos y otros factores bióticos y/o abióticos. En definitiva, se persigue lograr que el cultivo posea características superiores de germinación, pureza, niveles de latencia reversibles, con el objetivo de utilizar la menor cantidad de semillas por superficie, mejorando el desarrollo vegetativo de la planta,

optimizando el nivel de aprovechamiento de los diferentes factores, maximizando la producción de las plantas por superficie cultivada [3].

En el cultivo de arroz, son utilizadas considerables cantidades de semillas no certificadas, lo que puede verse reflejado en la disminución de la capacidad de germinación de estas, y el efectivo desarrollo fisiológico de las plantas, en detrimento de los rendimientos del cultivo. Una posibilidad de la mejora de los rendimientos en el cultivo de arroz por área sembrada se puede dar ya sea potenciando la germinación de las semillas y aumentando el rendimiento fisiológico de las plantas. En este sentido, existen diversos estudios que indican que es posible mejorar e incluso maximizar la capacidad de producción de diferentes especies vegetales mediante la aplicación de campos magnéticos a las semillas, previamente, al proceso de siembra [5], [7], [9], [10], [11].

En esta investigación se aplicaron campos magnéticos al agua que fue utilizada para promover la germinación de las semillas de arroz. Se utilizaron niveles de campos magnéticos que no representan un deterioro de la calidad de la semilla ni tampoco una amenaza para la salud de las personas o animales para mejorar su nivel de germinación [4], [5], [6], [8], [12], [13]. Para esto, se realizó un estudio cuantitativo experimental mediante la intervención sobre variables independientes manipuladas (intensidad de campo magnético, tiempo de exposición al mismo), para evaluar el efecto causado sobre las variables de salida establecidas (porcentaje de germinación, tiempo de germinación).

Este proyecto propone innovar con investigación científica hacia el sector agropecuario como impulso de la mejora y optimización de los sistemas agrícolas. Los resultados obtenidos, se podrán adecuar e implementar en diferentes tipos de rubros que se cultivan a nivel nacional.

Los resultados obtenidos indican que con la metodología planteada se logró obtener un incremento del porcentaje de germinación de 56 a 60% según tratamiento con respeto a las semillas de control. Lo que indica que la aplicación de campos magnéticos al agua de riego es capaz de modificar el comportamiento de las semillas en cuanto a capacidad de germinación.

II. METODOLOGÍA

Para alcanzar el objetivo planteado en esta propuesta, se realizó un estudio experimental, utilizando semillas de arroz (variedad E-111), controlando y manteniendo constantes diferentes variables como temperatura, humedad relativa e intensidad de luz. Al mismo tiempo, se consideraron variables en estudio, la intensidad de campo magnético y tiempo de aplicación de este sobre el agua de riego [14], [15]. Esto permitió verificar y evaluar la respuesta de tipo cuantitativa que resultó de estos tratamientos, como el tiempo de germinación y el porcentaje de germinación de las semillas de arroz utilizadas. Todos ellos fueron comparados con las semillas de control o testigo sin tratamiento [13].

El porcentaje de germinación es utilizado para conocer la calidad de las semillas utilizadas, indica la proporción por número de semillas que han producido plántulas "normales" bajo las condiciones y dentro de un período específico. según el manual de FAO y otros autores, [13], [16]. El porcentaje está dado por la ecuación (1)

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{Número de plántulas}}{\text{Número de semillas utilizadas}} \times 100 \quad (1)$$

Se utilizó un diseño de bloques al azar en arreglo combinatorio con tres repeticiones en el que los factores corresponden a la intensidad de campo magnético aplicado y el tiempo de aplicación de este. Las variables de salida del modelo correspondieron a tiempo de germinación y porcentaje de germinación [4], [10], [15], [17], [18], [19], [20].

Las aplicaciones de campos magnéticos se llevaron a cabo mediante la utilización de imanes permanentes con una intensidad teórica de 280 μ T, los mismos fueron introducidos en recipientes con atomizadores, con capacidad de 500mL que contenían el agua utilizada para mantener la humedad requerida para la germinación de las semillas [4], [6], [8], [21], [22].

Población y muestras

Se utilizaron semillas de arroz de la variedad E-111, ya que las mismas registraban niveles de germinación muy bajos ($\leq 50.3\%$), lo que compromete la eficiencia y rentabilidad del cultivo, las mismas provienen del mismo lote de producción y bajo las mismas condiciones de almacenamiento.

Las semillas se seleccionaron al azar y ubicadas en los diferentes grupos según tratamiento recibido, cada uno de los grupos contó con 150 semillas

Técnica y procedimientos de recolección

Para este trabajo se necesitaron tres bandejas en las que se distribuyeron las semillas según tratamiento. En los recipientes que previamente contenían agua, se introdujeron imanes permanentes según cada tratamiento. Posteriormente, con la ayuda de los atomizadores, se esparció el agua a cada una de las bandejas y respectivos grupos de semillas. Se utilizó papel toalla para asegurar la ubicación de las semillas en estudio y mantener la humedad necesaria para promover el proceso de germinación de las semillas.

Tratamiento 1: Se sumergió el imán permanente en el agua por un periodo de una hora antes de esparcir el agua sobre las semillas.

Tratamiento 2: Se sumergió el imán permanente en el agua por un periodo de dos horas antes de esparcir el agua sobre las semillas.

Control: Este grupo recibió agua corriente, sin ningún tratamiento previo.

Las bandejas fueron ubicadas en las mismas condiciones de humedad relativa, luz y temperatura, para eliminar interferencias debidas a estas variables. Todas las pruebas se realizaron por triplicado [23].

Análisis Estadístico

Los datos obtenidos fueron verificados y procesados adecuadamente según las necesidades, se utilizó el paquete de herramientas estadísticas de Excel, versión 365.

II. RESULTADOS

La experiencia realizada permitió establecer un periodo máximo de 8 días del ensayo debido a la poca o ninguna manifestación adicional a la expresada hasta el momento por las semillas. En la figura 1 se puede comprobar los formatos de bandejas y procedimientos utilizados para la realización de las diferentes réplicas de acuerdo con los diferentes tratamientos. El papel toalla se utilizó para mantener una mejor distribución y conservación de la humedad, además de proteger a las semillas de la luz y mantener la humedad.



Figura 1. Ejemplo de bandejas y formato utilizado.

Los resultados obtenidos sugieren que luego de 8 días de ensayos, el proceso de germinación puede verse influenciado por el agua de riego sometida a campos magnéticos.

En la figura 2 se observa la variabilidad en la cantidad de semillas germinadas con respecto al tiempo para cada uno de los tratamientos efectuados. En el caso del tratamiento 2 y para el control, se encontraron cantidades de semillas germinadas uniformes a lo largo del tiempo, con pequeñas variaciones para las semillas con el tratamiento 1. En general, se observa que las semillas tratadas con agua magnetizada mostraron mejores niveles de germinación con respecto a las semillas de control.

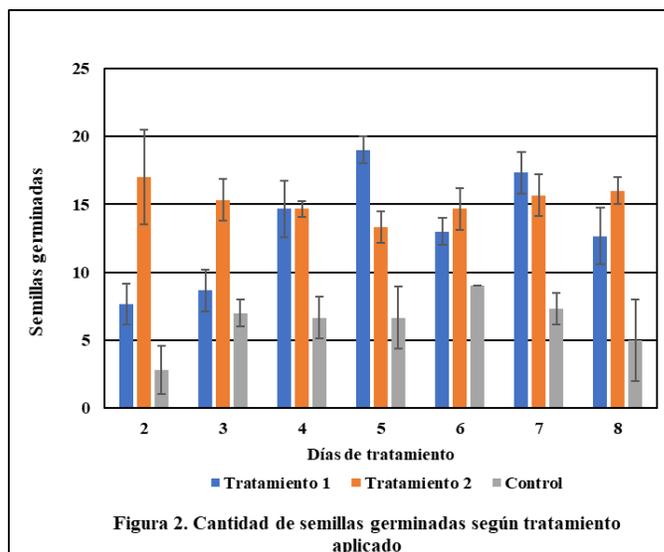


Figura 2. Cantidad de semillas germinadas según tratamiento aplicado

En la Figura 3 se puede observar el porcentaje diario y acumulado de la germinación de las semillas con el tratamiento 1, (aplicación de una hora de campo magnético) Se observa de luego de 8 días, se alcanzó un acumulado de 62 % de semillas germinadas. La germinación diaria de semillas con este tratamiento se mantuvo equilibrado a lo largo del tiempo.

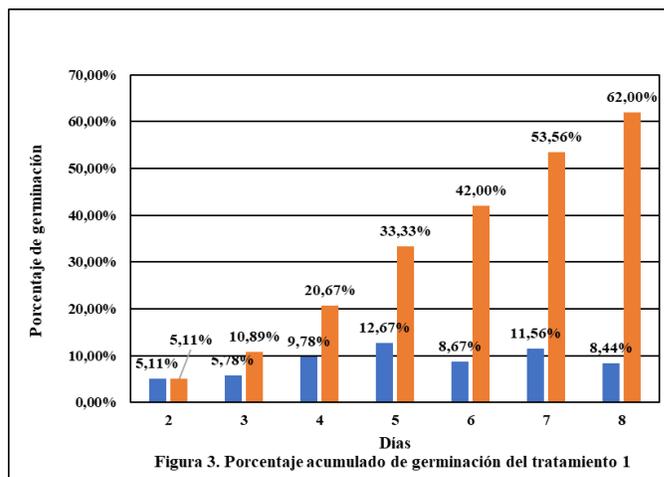


Figura 3. Porcentaje acumulado de germinación del tratamiento 1

La Figura 4 muestra el porcentaje de semillas germinadas con el tratamiento 2, aplicación de campos magnéticos por dos horas sobre el agua utilizada para el riego. Con este tratamiento, se observa un proceso de germinación relativamente equilibrado a lo largo del tiempo, no obstante, se alcanzó un 71,11 % de germinación de estas semillas.

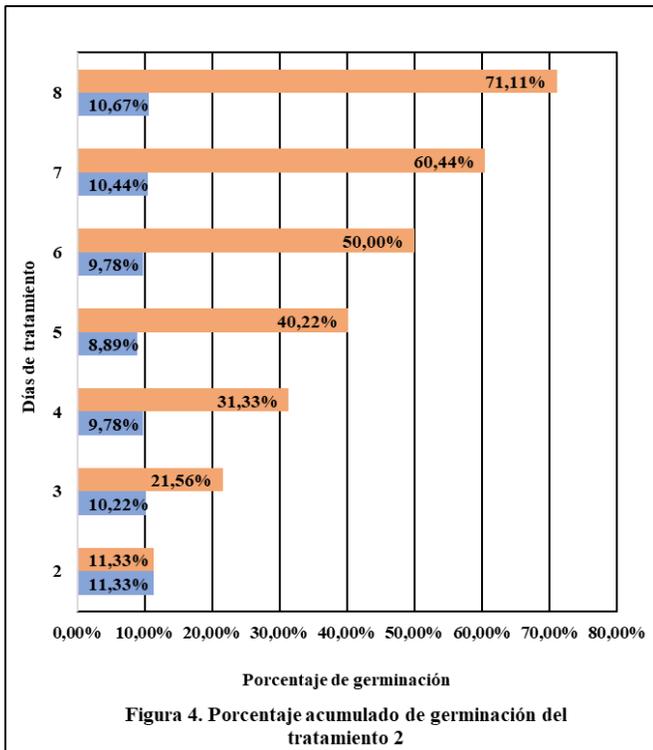


Figura 4. Porcentaje acumulado de germinación del tratamiento 2

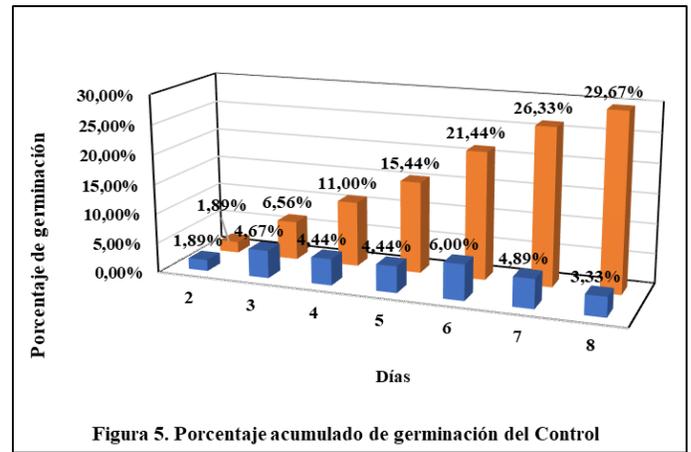


Figura 5. Porcentaje acumulado de germinación del Control

En la tabla 1. se puede observar el análisis de varianza de los datos obtenidos. Se puede comprobar que el valor de F es mayor al valor crítico de F lo que lleva a rechazar la hipótesis nula que indica que no existe variación debida a los tratamientos aplicados, en su defecto, se acepta la hipótesis alternativa que señala que, si existen diferencias significativas entre las observaciones encontradas, debido a los tratamientos realizados. Es decir, que el porcentaje de semillas germinadas para ambos tratamientos es significativamente diferente a las semillas que no recibieron tratamiento en el agua de riego.

La figura 5 muestra la variabilidad diaria de la germinación de las semillas de control. Se observa que la germinación presenta pequeñas variaciones a lo largo del tiempo. Por otro lado, se alcanzó un nivel mínimo de germinación del 29,67 %, muy por debajo con respecto a los tratamientos con campos magnéticos realizados.

Tabla 1. Análisis de Varianza entre las semillas tratadas y las de control.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1222,375	9	135,819444	15,4990264	1,09097E-12	2,04009806
Dentro de los grupos	525,785714	60	8,76309524			
Total	1748,16071	69				

III. CONCLUSIONES

La realización de este trabajo permitió alcanzar conclusiones acerca de la necesidad e innovación mediante la realización de investigación científica. En este caso, enfocada a impactar las posibilidades que tiene el sector agropecuario de mejorar y potenciar sus capacidades.

Los resultados obtenidos, permiten concluir que:

- Es posible mejorar significativamente la capacidad de germinación de semillas de arroz sometidas a agua de riego tratadas previamente.
- Se observan que las semilla que recibieron agua tratada, mostraron niveles significativamente mayores en la cantidad de semillas germinadas durante el estudio.
- En todos los casos se observó niveles de germinación relativamente uniformes con respecto al tiempo de tratamiento.
- La intensidad teórica de campos magnético utilizada es relativamente mínima de acuerdo con estudios realizados en otros cultivos.
- Es necesario realizar pruebas adicionales variando los tiempos de aplicación de campos magnéticos con el objetivo de identificar los tiempos óptimos para maximizar el potencial de la técnica.
- Se deben realizar estudios que evalúen diferentes intensidades de campo magnéticos utilizados para determinar los márgenes de intensidad con mayor potencial.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue financiado por el Sistema Nacional de Investigación de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2023-2025. Se agradece a los colaboradores del Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de la UTP por el apoyo y colaboración en la realización de este trabajo. A la colaboración del Dr. Abby Guerra, Investigador del Grupo CALESA. Al Dr. Anovel Barba, Docente de la UP.

REFERENCIAS

- [1] Food and Agriculture Organization of the United Nation, «Año Internacional del Arroz 2004: Todo sobre el arroz». Accedido: 16 de septiembre de 2020. [En línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/rice2004/es/aboutrice.htm>
- [2] Instituto Nacional de Estadística y Censo, «Superficie sembrada y cosecha de arroz en la República, según provincia y comarca indígena: años agrícolas 2015/16 a 2019/20 (»». Accedido: 16 de septiembre de 2020. [En línea]. Disponible en: https://www.inec.gob.pa/publicaciones/Default3.aspx?ID_PUBLICACION=992&ID_CATEGORIA=4&ID_SUBCATEGORIA=11
- [3] R. C. Chaudhary, J. S. Nanda, y D. V. Tran, *Problemas y limitaciones de la producción de arroz*, en 92-5-304684-8. Comisión Internacional del Arroz. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 2003, 2003. Accedido: 16 de septiembre de 2020. [En línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y2778s/y2778s04.htm>
- [4] A. De Souza, D. García, L. Sueiro, y F. Gilart, «Improvement of the seed germination, growth and yield of onion plants by extremely low frequency non-uniform magnetic fields», 2014, Accedido: 16 de septiembre de 2020. [En línea]. Disponible en: <https://pubag.nal.usda.gov/catalog/5333210>
- [5] M. Florez, E. Martinez, y V. Carbonell, «Germination and initial growth of triticale seeds under stationary magnetic fields», *J. Adv. Agric.*, vol. 2, n.º 2, Art. n.º 2, jun. 2014, doi: 10.24297/jaa.v2i2.4247.
- [6] N. Katsenios *et al.*, «Role of pulsed electromagnetic field on enzyme activity, germination, plant growth and yield of durum wheat», *Biocatal. Agric. Biotechnol.*, vol. 6, pp. 152-158, abr. 2016, doi: 10.1016/j.bcab.2016.03.010.
- [7] B. L. Maheshwari y H. S. Grewal, «Magnetic treatment of irrigation water: Its effects on vegetable crop yield and water productivity», 2009, Accedido: 16 de septiembre de 2020. [En línea]. Disponible en: <https://pubag.nal.usda.gov/catalog/756097>
- [8] C. J. Sudsiri, N. Jumba, P. Kongchana, y R. J. Ritchie, «Stimulation of oil palm (*Elaeis guineensis*) seed germination by exposure to electromagnetic fields», 2017, doi: 10.1016/J.SCIENTA.2017.03.036.
- [9] The European Parliament and the Council of the European Union, «Minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields)». Accedido: 16 de septiembre de 2020. [En línea]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2013/35/oj>
- [10] A. Vashisth y S. Nagarajan, «Effect on germination and early growth characteristics in sunflower (*Helianthus annuus*) seeds exposed to static magnetic field», *J. Plant Physiol.*, vol. 167, n.º 2, pp. 149-156, ene. 2010, doi: 10.1016/j.jplph.2009.08.011.
- [11] A. Vashisth, R. Singh, y D. K. Joshi, «Effect of Static Magnetic Field on Germination and Seedling Attributes in Tomato (*Solanum lycopersicum*)». Accedido: 16 de septiembre de 2020. [En línea]. Disponible en: [/paper/Effect-of-Static-Magnetic-Field-on-Germination-and-Vashisth-Singh/2f8b6dd294e2db9d567ccc390f63ed23bd4db2c9](https://paperkit.net/paper/Effect-of-Static-Magnetic-Field-on-Germination-and-Vashisth-Singh/2f8b6dd294e2db9d567ccc390f63ed23bd4db2c9)
- [12] P. Montero-Prado y C. A. Almanza-Cruz, «Magnetic fields: influence of their properties in the agricultural production process», *ID Tecnológico*, vol. 18, n.º 1, Art. n.º 1, jul. 2022, doi: 10.33412/idt.v18.1.3498.
- [13] Z. ul Haq *et al.*, «Magnetically treated water irrigation effect on turnip seed germination, seedling growth and enzymatic activities», *Inf. Process. Agric.*, vol. 3, n.º 2, pp. 99-106, jun. 2016, doi: 10.1016/j.inpa.2016.03.004.
- [14] M. Hachicha, B. Kahlaoui, N. Khamassi, E. Misle, y O. Jouzdan, «Effect of electromagnetic treatment of saline water on soil and crops», *J. Saudi Soc. Agric. Sci.*, vol. 17, n.º 2, pp. 154-162, abr. 2018, doi: 10.1016/j.jssas.2016.03.003.
- [15] K. Khaskhoussy, M. Bouhleb, M. Dahmouni, y M. Hachicha, «Performance of different magnetic and electromagnetic water treatment devices on soil and two tomato cultivars», *Sci. Hortic.*, vol. 322, p. 112437, dic. 2023, doi: 10.1016/j.scienta.2023.112437.

- [16] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y AfricaSeeds, «Materiales para capacitación en semillas - Módulo 3: Control de calidad y certificación de semillas», 2019.
- [17] M. S. Hussain, G. Dastgeer, A. M. Afzal, S. Hussain, y R. R. Kanwar, «Eco-friendly magnetic field treatment to enhance wheat yield and seed germination growth», *Environ. Nanotechnol. Monit. Manag.*, vol. 14, p. 100299, dic. 2020, doi: 10.1016/j.enmm.2020.100299.
- [18] M. Iqbal, Z. ul Haq, A. Malik, Ch. M. Ayoub, Y. Jamil, y J. Nisar, «Pre-sowing seed magnetic field stimulation: A good option to enhance bitter melon germination, seedling growth and yield characteristics», *Biocatal. Agric. Biotechnol.*, vol. 5, pp. 30-37, ene. 2016, doi: 10.1016/j.bcab.2015.12.002.
- [19] P. Singh, M. Agrawal, N. Gupta, y A. Khandelwal, «Stimulation of *Pithecellobium dulce* (jungle jalebi) seed with electromagnetic exposure and its impact on biochemical parameter and growth», *Mater. Today Proc.*, vol. 42, pp. 1513-1518, ene. 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2021.01.649.
- [20] M. A. Abu-Saied, E. A. El Desouky, M. E. Abou Kamer, M. Hafez, y M. Rashad, «Influence of magnetic field on the physicochemical properties of water molecule under growing of cucumber plant in an arid region», *J. King Saud Univ. - Sci.*, vol. 35, n.º 8, p. 102890, nov. 2023, doi: 10.1016/j.jksus.2023.102890.
- [21] M. Florez, E. Martinez, y V. Carbonell, «Germination and initial growth of triticale seeds under stationary magnetic fields», *J. Adv. Agric.*, vol. 2, n.º 2, Art. n.º 2, jun. 2014, doi: 10.24297/jaa.v2i2.4247.
- [22] K. Ziaf, M. Amjad, A. Batool, Zia-Ul-Haq, y S. Saleem, «Magnetic Field Can Improve Germination Potential and Early Seedling Vigor of Cabbage Seeds», *Annu. Res. Rev. Biol.*, pp. 390-400, feb. 2015, doi: 10.9734/ARRB/2015/15654.
- [23] I. Rodríguez-Quilon, G. Adam, y J. Altisent, *Ensayos de germinación y análisis de viabilidad y vigor en semillas*, vol. 78. 2008.