

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### CARRERA DE AGROPECUARIA

**Tema: “Evaluación de la exposición de campos magnéticos en la germinación de semilla y los primeros cuarenta y cinco días de desarrollo de dos variedades de cítricos en la parroquia rural El Chical-Carchi”**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del  
título de Ingeniero en Agropecuaria

AUTOR: Portilla Ortiz Cristian Andrés

TUTOR: Ing. Ortiz Tirado Paul Santiago MSc

Tulcán, 2025.

## **CERTIFICADO DEL TUTOR**

Certifico que el estudiante Portilla Ortiz Cristian Andrés y con el número de cédula 0401732243 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de la exposición de campos magnéticos en la germinación de semilla y los primeros cuarenta y cinco días de desarrollo de dos variedades de cítricos en la parroquia rural El Chical-Carchi"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva

---

Ing. Ortiz Tirado Paul Santiago MSc

**TUTOR**

Tulcán, marzo de 2025

## **AUTORÍA DE TRABAJO**

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Portilla Ortiz Cristian Andrés y con cédula de identidad número 0401732243 y declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



---

Portilla Ortiz Cristian Andrés

**AUTOR**

Tulcán, marzo de 2025

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Portilla Ortiz Cristian Andrés declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de la exposición de campos magnéticos en la germinación de semilla y los primeros cuarenta y cinco días de desarrollo de dos variedades de cítricos en la parroquia rural El Chical-Carchi" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



---

Portilla Ortiz Cristian Andrés

**AUTOR**

Tulcán, marzo de 2025

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas, tanto a familiares, amigos, conocidos, profesores y otras personas que estuvieron de alguna u otra forma involucrada con este camino que he querido cumplir. Su guía y su motivación me han encaminado por el sendero de desarrollo por lo que estoy infinitamente agradecido. No tengo palabras suficientes para expresarles toda mi gratitud por el apoyo y el valioso tiempo que me han otorgado a través de este largo viaje de vida. Aun así, gracias por todo, lo bueno, lo malo, nada quedará desaprovechado y continuare hacia el inmenso mundo.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico a mi familia que ha hecho lo posible por apoyarme a cumplir esta meta, especialmente a mis hermanos y abuelita. Además, me gustaría dedicar unas palabras a todos los profesores con quienes compartí este largo camino, que estuvieron ahí en todo momento con sus enseñanzas y regaños. Pero sobre todo dedico este trabajo a quien realmente lo merezca, todo el esfuerzo, todas esas noches y días en los que no veía más que una incertidumbre, a todas esas personas que con su manera de ser me demostraban que si valía seguir con esta tan añorada meta.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	12
<b>ABSTRACT</b> .....	13
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	14
<b>I. EL PROBLEMA</b> .....	15
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	15
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	16
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN</b> .....	16
<b>1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	17
1.4.1. Objetivo General .....	17
1.4.2. Objetivos Específicos .....	17
1.4.3. Preguntas de Investigación .....	17
<b>II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	18
<b>2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	18
<b>2.2. MARCO TEÓRICO</b> .....	20
2.2.1 Campos Magnéticos.....	20
2.2.1.1 Fuentes de Campos Magnéticos.....	20
2.2.1.2 Beneficios de los Campos Magnéticos en las Plantas .....	21
2.2.1.3 Imán .....	22
2.2.1.4 Tipos de Imanes .....	23
2.2.2 Cítricos .....	24
2.2.2.1 Características de los Cítricos .....	24
2.2.2.2 Porta injertos para los Cítricos.....	24
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	26
<b>3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO</b> .....	26
3.1.1. Enfoque .....	26
3.1.2. Tipo de Investigación .....	26
<b>3.2. HIPÓTESIS</b> .....	26
<b>3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES</b> .....	26
3.3.1. Definición de las Variables.....	26
<b>3.4. MÉTODOS UTILIZADOS</b> .....	27

3.4.1. Ubicación del Proyecto .....	27
3.4.2 Superficie de Ensayo .....	28
3.4.3 Tratamientos.....	28
3.4.3. Técnicas.....	29
<b>3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>	<b>31</b>
3.5.1 Población y Muestra.....	31
3.5.2. Instrumentos de Investigación.....	32
3.5.3 Recursos.....	32
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>33</b>
<b>4.1. RESULTADOS.....</b>	<b>33</b>
4.1.1. Variable Altura de Plántula.....	33
4.1.2. Variable Número de Hojas Verdaderas .....	36
4.1.3. Variable Número de Plantas a la Emergencia .....	38
4.1.4. Variable Longitud de Raíz.....	42
4.1.5. Variable Volumen de Raíz .....	43
4.1.6. Variable Diámetro de Tallo .....	45
4.1.7. Variable Porcentaje de Germinación .....	47
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>49</b>
<b>5.1. CONCLUSIONES.....</b>	<b>49</b>
<b>5.2. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>49</b>
<b>VI. REFERENCIAS .....</b>	<b>51</b>
<b>VII. ANEXOS .....</b>	<b>54</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aspectos botánicos de los cítricos. ....	24
Tabla 2. Factores Climáticos en el cultivo de cítricos .....	24
Tabla 3. Operacionalización de variables .....	27
Tabla 4. Descripción de los diferentes tratamientos.....	29
Tabla 5. Prueba Shapiro Wilks para variable altura de plántula .....	33
Tabla 6. Prueba de Kruskal Wallis para la variable altura de plántula .....	33

Tabla 7. Análisis de varianza para altura de plántula desde los 42 hasta los 49 días (dds).....	34
Tabla 8. Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de plántula desde los 21 hasta los 49 días (dds). .....	34
Tabla 9. Prueba de Tukey para los factores de variedad, imán y tiempo. ....	35
Tabla 10. Prueba Shapiro Wilks para variable número de hojas verdaderas. .	36
Tabla 11. Prueba Kruskal Wallis para variable número de hojas verdaderas ...	36
Tabla 12. Análisis de varianza para el número de hojas verdaderas desde los 42 hasta los 49 días (dds). .....	37
Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% para la variable número de hojas verdaderas desde los 42 hasta los 49 días (dds) .....	37
Tabla 14. Prueba de Tukey para los factores de variedad, imán, tiempo. ....	38
Tabla 15. Prueba Shapiro Wilks para variable de número de plantas a la emergencia .....	39
Tabla 16. Prueba Kruskal Wallis para variable de número de plantas a la emergencia .....	39
Tabla 17. Análisis de varianza para el número de plantas a la emergencia a los 42 días (dds).....	40
Tabla 18. Prueba de Tukey al 5% para la variable número de plantas a la emergencia por tratamientos .....	40
Tabla 19. Prueba de Tukey para los factores de variedad, imán, tiempo. ....	41
Tabla 20. Prueba Shapiro Wilks para variable longitud de raíz.....	42
Tabla 21. Análisis de varianza para la longitud de raíz a los 49 días (dds). ....	42
Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% para la variable longitud de raíz por tratamientos. ....	42
Tabla 23. Prueba de Tukey para los factores de variedad, imán, tiempo. ....	43
Tabla 24. Prueba Shapiro Wilks para variable volumen de raíz.....	43
Tabla 25. Prueba Kruskal Wallis para variable volumen de raíz.....	43
Tabla 26. Análisis de varianza para el volumen de raíz a los 49 (dds). ....	44
Tabla 27. Prueba de Tukey para los factores de variedad, imán, tiempo. ....	44
Tabla 28. Prueba Shapiro Wilks para variable diámetro de tallo. ....	45
Tabla 29. Prueba Kruskal Wallis para variable diámetro de tallo. ....	46

Tabla 30. Prueba de Tukey para los factores de variedad, imán, tiempo. ....	46
Tabla 31. Prueba Shapiro Wilks para variable porcentaje de germinación ....	47
Tabla 32. Prueba Kruskal Wallis para variable porcentaje de germinación ....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Campo magnético de la Tierra. ....	20
Figura 2. Imagen satelital de la ubicación del proyecto.....	28
Figura 3. Superficie de ensayo. ....	28
Figura 4. Distribución de los tratamientos en las cajas Petri.....	30
Figura 5. Disposición de los tratamientos en las camas de germinación.....	31
Figura 6. Secado de semillas de Limón .....	57
Figura 7. Disposición de imanes y desinfección en agua con alcohol etílico (96%) .....	57
Figura 8. Días de exposición (primer día, segundo día y tercer día) .....	57
Figura 9. Recolección de tratamientos y separación en bolsas plásticas .....	58
Figura 10. Siembra de semillas en las camas y Señalización de tratamientos. ....	58
Figura 11. Germinación de semillas .....	58
Figura 12. Desarrollo de plántulas .....	58
Figura 13. Desarrollo de plántulas .....	59
Figura 14. Diferentes tratamientos.....	59
Figura 15. Comparación entre tratamientos .....	59
Figura 16. Plántulas de naranja y limón .....	60
Figura 17. Toma de datos, (número de plántulas, diámetro, altura) .....	60
Figura 18. Extracción y recolección de plántulas.....	60
Figura 19. Toma de datos (longitud de raíz y volumen de raíz) .....	61
Figura 20. Plántulas en bolsas de invernadero.....	61

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC.....	53
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas.....	54

## RESUMEN

El objetivo de investigación fue evaluar la exposición de campos magnéticos en la germinación y los primeros 45 días de desarrollo de *Citrus sinensis* y *Citrus limonia*, el diseño experimental fue de bloques completamente al azar (DBCA), con 12 tratamientos: T1, T2 y T3 (*Citrus limonia*, con exposición de 1, 2 y 3 días respectivamente e imán de Ferrita), tratamientos T4, T5 y T6 (*Citrus sinensis*, con exposición de 1, 2 y 3 días respectivamente e imán de Ferrita), tratamientos T7, T8 y T9 (*Citrus limonia*, con exposición de 1, 2 y 3 días respectivamente e imán de Neodimio), tratamientos T10, T11 y T12 (*Citrus sinensis*, con exposición de 1, 2 y 3 días respectivamente e imán de Neodimio) con 4 repeticiones y 25 semillas por unidad. Se evaluó: altura de plántula, número de hojas verdaderas, número de plantas emergidas, longitud y volumen de raíz, diámetro de tallo y porcentaje de germinación. El análisis estadístico se realizó en Infostat 2020, con prueba Shapiro Wilks y Kruskal Wallis, análisis de varianza y la prueba de Tukey 5% para comparación de medias. Los resultados para número de plantas a la emergencia y porcentaje de germinación, donde los tratamientos T3 y T9 obtuvieron los valores más representativos con medias de 19.00 y 19.50 plantas a la emergencia y un 76.00 y 78.00 % de germinación a los 21 dds. En la comparación de la exposición de los campos magnéticos en las dos variedades de cítricos y se obtuvo en la variable altura de plántula que desde los 21 hasta los 49 días del estudio la variedad *C. limonia* destacó con medias de 1.75, 2.82, 3.51, 4.20 y 4.49 cm, mostrando aumento significativo en esta variable, superando a la variedad *C. sinensis*. Al final el mejor tiempo e imán que promueve una mejor producción de plántulas fueron: 3 días de exposición e imán de Neodimio. Se puede concluir que la exposición a campos magnéticos en las dos variedades de cítricos permite obtener buen desarrollo de las plántulas.

**Palabras Claves:** Citrus Limonia, Citrus Sinensis, Campos magnéticos, Germinación

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of magnetic field exposure on the germination and early development on its first 45 days of *Citrus sinensis* and *Citrus limonia*. A completely randomized block design (CRBD) was used, with 12 treatments: T1, T2, and T3 (*Citrus limonia* exposed to magnetic fields for 1, 2, and 3 days, respectively, using a ferrite magnet); T4, T5, and T6 (*Citrus sinensis* exposed to magnetic fields for 1, 2, and 3 days, respectively, using a ferrite magnet); T7, T8, and T9 (*Citrus limonia* exposed to magnetic fields for 1, 2, and 3 days, respectively, using a neodymium magnet); T10, T11, and T12 (*Citrus sinensis* exposed to magnetic fields for 1, 2, and 3 days, respectively, using a neodymium magnet). Each treatment included four replications, with 25 seeds per experimental unit. The following variables were evaluated: seedling height, number of true leaves, number of emerged plants, root length and volume, stem diameter, and germination percentage. Statistical analysis was performed using Infostat 2020, applying the Shapiro-Wilks test, Kruskal-Wallis test, analysis of variance (ANOVA), and Tukey's 5% test for mean comparison. The results showed that treatments T3 and T9 recorded the highest values for the number of emerged plants and germination percentage, with averages of 19.00 and 19.50 emerged plants and germination rates of 76.00% and 78.00% at 21 days after sowing (DAS), respectively. When comparing the effects of magnetic fields on both citrus varieties, *C. limonia* exhibited superior seedling height growth compared to *C. sinensis* from 21 to 49 days, with mean values of 1.75, 2.82, 3.51, 4.20, and 4.49 cm, respectively, demonstrating a significant increase in this variable. In conclusion, the best combination of exposure time and magnet type for seedling production was 3 days of exposure with a neodymium magnet. These findings suggest that magnetic field exposure promotes seedling development in both citrus varieties.

**Keywords:** *Citrus limonia*, *Citrus sinensis*, Magnetic fields, Germination

## INTRODUCCIÓN

En nuestro país y principalmente en el Litoral ecuatoriano, los cítricos se consumen en la mayoría de los hogares, tanto en fruta fresca consumiéndola directamente, como es el caso de las mandarinas o en otras presentaciones como jugos, de naranja. También son utilizados como aderezos de ensaladas y ceviches, en el caso del limón. Además, se elabora, golosinas, mermeladas y bebidas alcohólicas (INIAP, 2014).

Dentro de la floricultura tropical, el desarrollo de la agroindustria, constituye en un frente de primera prioridad en las actuales circunstancias, ya que esto permitirá no solo cubrir la creciente demanda nacional, sino que dará la oportunidad de realizar un mejor manejo en la producción de cultivos de cítricos, garantizando un aumento y calidad en el producto (INIAP, 2014).

Las especies más representativas y que más se producen son la naranja (*citrus sinensis*), mandarina (*citrus reticulata*), limón (*citrus limón*), lima (*citrus aurantifolia*) y toronja (*citrus paradisi*) (Alvarado, 2002).

En 2022, Ecuador exportó \$2.13 M en cítricos frescos y secos, convirtiéndolo en el exportador número 80 de cítricos en el mundo. Los principales destinos de las exportaciones de cítricos son: Estados Unidos(\$931k), Colombia(\$688k), Canadá(\$377k), Francia(\$32.6k) y Chile(\$28.7k), entre otros (OEC, 2024).

En junio del 2023, más de 1300 agricultores de Carchi comercializaron sus frutas en la cadena de supermercados Tía. Esto se logró gracias al programa Sello de la Agricultura Familiar Campesina y al apoyo del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura(IICA), que ejecuta este proyecto en la frontera norte. Entre los productos que son comparados están diversos cítricos (Limón Meyer), aguacates, duraznos, granadillas y naranjillas. Gracias a esto, las familias campesinas obtienen bienestar y estabilidad financiera(IICA, 2023).

Cada producto pasa por varios procesos de producción antes de llegar a nuestras manos. Estos procesos aportan al producto la frescura, los nutrientes y la calidad. Con esto, los datos de la siguiente investigación contribuirán en un aprendizaje para la producción de cítricos de una manera amigable con el ambiente.

## **I. EL PROBLEMA**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Investigaciones han arrojado que el aumento mundial de personas en las siguientes décadas pasará de los aproximadamente 8.000 millones de personas en el presente, a los cerca de 10.000 millones, incluso superando con creces los datos probabilísticos para el 2100. El incremento de la población en su mayoría se registra en países tercermundistas en donde los problemas para satisfacer las necesidades de sus ciudadanos son más evidentes. Los efectos del cambio climático, como los desastres causados por eventos meteorológico, son motivo de creciente preocupación y el número de personas vulnerables a la falta de alimentos, la insuficiencia de agua y otras necesidades básicas sigue aumentando (ONU, 2019).

En la actualidad se están realizando grandes esfuerzos en la búsqueda de tecnologías de producción limpias y ecológicamente compatibles con el medio ambiente, con el fin de apoyar los procesos de germinación de las semillas agrícolas y forestales y favorecer que las plantas se desarrollen posteriormente de mejor manera y con mayor calidad (Leones et al., 2021).

En el Ecuador los agricultores buscan de una mayor producción, utilizando excesiva cantidad de químicos en sus cultivos para su desarrollo, conllevando a diversos problemas en el ambiente como en su salud, incluso afectando a los consumidores (Valarezo et al., 2014).

La provincia del Carchi es considerada como una de las provincias que mayor cantidad de químicos utiliza por hectárea principalmente en el cultivo de papa. Otros productos agrícolas que se cultivan en el Carchi son los cítricos. Los suelos de la provincia tienen el potencial de producir excelentes variedades de cítricos, pero no se le ha dado la importancia debida, probablemente por la carencia de infraestructura (invernaderos) para esta clase de cultivos y de la tradición del uso de químicos para la producción (Alvarado, 2002).

Existen otras alternativas con métodos menos perjudiciales que garantizan una buena producción y son amigables con el medio ambiente en comparación al uso de los

químicos tradicionales que se emplean en las diferentes fases del proceso de producción de cultivos.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Las exposiciones de campos magnéticos sobre las semillas de las dos variedades de cítricos, generarán efectos positivos en la tasa de germinación y el desarrollo de las plántulas en la parroquia rural El Chical- Carchi.

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

El desarrollo agrícola de la provincia del Carchi se limita básicamente a una lista de cultivos repetitivos a pesar de contar con gran variedad de pisos climáticos para la producción de frutales, como son los cítricos. Por ello es importante realizar la experimentación de este campo de la biotecnología vegetal para aportar datos reales que puedan satisfacer las necesidades de los agricultores de frutales y mejorar sustancialmente la producción, además que generara una disminución en los costos de producción(Méndez et al., 2017).

Una de las técnicas que conforman un campo investigativo prometedor es el magnetismo, que en la actualidad se ha estudiado con mayor frecuencia en cultivos agrícolas, dando resultados positivos en cuanto a la disminución de los tiempos de germinación y mejor desarrollo de raíces y brotes, y un mayor aprovechamiento del agua, lo que puede presentar un aumento en la productividad de las plantaciones comerciales(Maffei, 2014).

La importancia de los cítricos se basa en su alto contenido de antioxidantes, que son sustancias capaces de bloquear la acción negativa de los radicales libres en el cuerpo; incluso, ayudan a evitar el envejecimiento prematuro del organismo y prevenir enfermedades crónicas y degenerativas (Avello y Suwalsky, 2006).

También se destacan por su aporte de vitamina C, la cual no es almacenada por el cuerpo, por lo que es necesaria obtenerla a través del consumo diario de este tipo de frutas. Además, los cítricos desde hace siglos han sido usados como productos medicinales, en la prevención del escorbuto, ocasionado por la carencia de vitamina C (Valdés, 2006).

El clima del Ecuador es apto para la producción de estos cultivos. Gran parte del litoral y provincias de la Sierra, incluido el Carchi son productores de cítricos. Lo que

genera una fuente importante de ingresos a las familias ecuatorianas(Alvarado, 2002).

#### **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

##### **1.4.1. Objetivo General**

- Evaluar los efectos de la exposición a campos magnéticos sobre las etapas de germinación de semillas y desarrollo de dos variedades de cítricos en la parroquia rural El Chical-Carchi

##### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Analizar los efectos de la exposición de campos magnéticos sobre la germinación de dos variedades de cítricos.
- Comparar los efectos de la exposición de campos magnético sobre el desarrollo de plántula de dos variedades de cítricos.
- Determinar el tiempo de exposición e imán que promueve una mejor producción de plántulas de las dos variedades de cítricos.

##### **1.4.3. Preguntas de Investigación**

- ¿La exposición de campos magnéticos sobre la germinación de semillas de cítricos contribuye en el desarrollo de sus características fenológicas?
- ¿Los efectos de la exposición de campos magnéticos en los cítricos se ve influenciado por la variedad de la planta?
- ¿Los efectos de la exposición de campos magnéticos en los cítricos se ve influenciado por el tipo de imán?
- ¿Una mayor exposición de campos magnéticos sobre las dos variedades de cítricos es equivalente a mayores rendimientos?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Un proyecto enfocado en el cultivo de cilantro (*Coriandrum Sativum*), empleó como tratamiento una exposición de 120mT (micro tesla) para post-siembra, se realizó 5 tratamientos de 4 repeticiones y 10 semillas por repetición, con exposición de campos magnéticos, con imán de ferrita. Se usaron dos magnitudes de campo: 120 mT Y 220 mT por un tiempo de 30 minutos. Dando los mejores resultados al tratamiento de 120 mT en post-siembra, aunque, en la variable de tasa de germinación el tratamiento pre-siembra con 220 mT superó a los demás. Sin embargo, las comparaciones estadísticas entre los tratamientos y el testigo no mostraron diferencia, por lo cual, los campos magnéticos no influyeron en dicho factor (Cruz y Forero, 2021).

En una investigación con cultivos de rábano (*Raphanus sativus*), para la exposición magnética se empleó una caja de 10 cm de largo por 5 cm de ancho que tenía una abertura circular en la parte de arriba, se introducían las semillas y luego se colocaba el imán en la abertura, después de ocho días se siembran en parcelas las seis semillas junto a otras doce en interacciones específicas y un mes después de la siembra se realizó la medición por cada plántula con un teslámetro (de 20 mT, 115V, 50/60/ Hz). Los resultados obtenidos encontraron un aumento del pH posiblemente por procesos de óxido reducción del imán en las muestras; la conductividad eléctrica mostró un aumento debido a la activación de las partículas coloidales del medio del cultivo, por el campo magnético, el cual obtuvo un comportamiento similar a las dos variables, que relacionando con la presencia de los elementos ferromagnéticos, se obtuvo menor resultado en cuando a la biomasa del cultivo con el tratamiento donde la atracción antes de la siembra fue durante 8 días (Reyes et al., 2021).

Se evaluaron los efectos de nano partículas (NP) de ferrita de zinc ( $ZnFe_2O_4$ ) sobre los hongos AM, el crecimiento y el contenido de pigmentos, también la absorción de nutrientes de las plantas de arveja (*Pisum sativum*). Se arregló una suspensión de ( $ZnFe_2O_4$ ) a una concentración de 5  $\mu$ M en agua destilada y des ionizada. Las suspensiones se sometieron durante 4 h en baño de ultrasonido para asegurar la distribución de las NP y evitar la agregación y aglomeración. Se desinfectó el sustrato

para eliminar hongos AM autóctonos, después se pasó por un tamiz de 2 mm. Las semillas de arveja se desinfectaron superficialmente con hipoclorito de sodio al 3% durante 10 min y luego se sembró en una maceta plástica 10 semillas por maceta. Consiguiendo una menor colonización de raíces con la ferrita de zinc. Sin embargo, se obtuvo un aumento de 74.36 % y 91.89% en los pesos frescos de brotes y raíces de plantas de guisantes AM, en comparación con el testigo (Abdel Latef et al., 2021).

Se evaluaron plántulas (4-5 días de edad) de guisantes y garbanzos, que se expusieron sus semillas (desinfectadas con un fungicida sistémico) a un campo magnético de 0.15 - 0.2 Tesla durante 10 minutos donde se evaluaron varios parámetros fotosintéticos y bioquímicos. Revelando una inhibición significativa de la germinación y el crecimiento en semillas tratadas con exposición de campos magnéticos a corto plazo (Khade y Avinash, 2018).

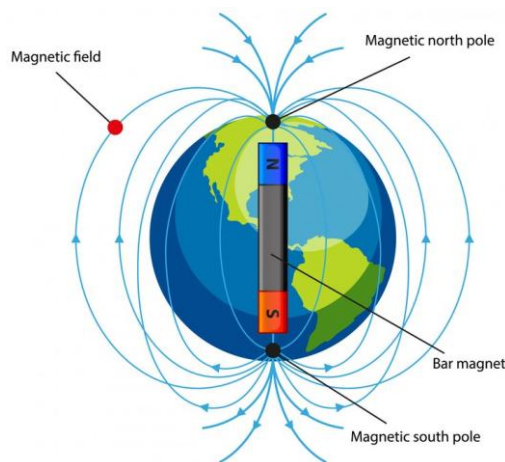
Se evaluó el efecto del tratamiento magnético de agua en la productividad de las semillas de tomates (*Solanum lycopersicum*) bajo estrés por salinidad. Se realizó 2 experimentos de laboratorio utilizando 4 soluciones de agua salina de Na Cl (0,5,10 y 15 dS/m) a través de un campo magnético (3.5-136 mT) de dos imanes permanentes de 50 mm de longitud o exponer las semillas al mismo campo durante 20 min pre- siembra. Se usaron 4 repeticiones de 50 semillas sobre papel filtro humedecido con las soluciones en placas Petri. Obteniendo resultados como un mayor porcentaje de germinación, velocidad de germinación, la longitud, el peso seco de las plántulas la producción de frutos en los dos experimentos de laboratorio, incluso bajo un estrés de salinidad de 5 y 10 dS/m ( Samarah et al., 2021).

Se investigó el efecto del tratamiento magnético del agua sobre las características de crecimiento de las plantas de pimiento (*Capsicum annuum*). Se creó un sistema para el tratamiento del agua con tuberías de PVC y 18 imanes de neodimio de 30 mm (70 mT) en total, separado en 0 ,3, 6 y 9 imanes por tubería de PVC. Se seleccionaron plantas de pimiento de una semana de edad y se dividieron en 4 grupos en un diseño completamente al azar. Se obtuvo en los resultados que magnetizar el agua con 6 imanes provocaba un aumento en el número de frutos y hojas por planta, mientras que magnetizar el agua con 9 imanes aumento el peso fresco de los frutos (Radwan et al., 2020).

## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Campos Magnéticos

Los campos magnéticos están en todas partes. La Tierra misma tiene su propio campo magnético llamado campo geomagnético (GMF) como se muestra en la Figura 1. La intensidad del campo magnético se mide en Teslas (T). De acuerdo con la literatura recopilada la fuerza del campo magnético no supera los 0.1 nT (nano tesla) lo cual es bajo comparado con los campos magnéticos de hasta 45 T (Tesla) que los humanos pueden crear. El campo magnético puede atravesar la mayoría de los materiales, pero la magnitud de los campos disminuye con la distancia desde la fuente (Nyakane et al., 2019).



**Figura 1.** Campo magnético de la Tierra.  
**Fuente:** Freepik, 2024.

El concepto de campo magnético (CM) se puede entender como una fuerza originada por una cantidad de carga (combinación de ondas eléctricas y magnéticas) que atraviesa una superficie por unidad de tiempo y que afecta cualquier otra carga o corriente en un espacio de influencia, por lo tanto, la naturaleza fundamental del magnetismo es la interacción de cargas eléctricas en movimiento, entre sea más superior la continuidad de este movimiento, habrá más importe de energía que se trasladara por las ondas (Suárez, 2023).

#### 2.2.1.1 Fuentes de Campos Magnéticos.

Se puede clasificar a los campos magnéticos según la fuente que los origina. En el caso de los campos estáticos: son campos magnéticos que no varían con el tiempo (frecuencia de 0 Hz). Surgen de un imán o del flujo continuo de electricidad, por ejemplo, en los dispositivos electrodomésticos que utilizan corriente continua (CC), y

son distintos de los dominios que cambian con el tiempo. Según su intensidad y estudios biológicos, los campos magnéticos estacionarios (CME) pueden clasificarse como débiles ( $<1\text{mT}$ ), moderado ( $1\text{mT}$  a  $1\text{T}$ ), alto ( $1$  a  $20\text{T}$ ) y muy alto ( $>20\text{T}$ ) (Cruz y Forero, 2021).

Entre algunas fuentes conocidas que producen estos campos están los siguientes:

- Bobinas de Helmholtz: es un mecanismo que forma un campo magnético uniforme, creadas a partir de dos bobinas circulares que están separadas por una distancia definida, cada bobina posee un determinado número de espiras por donde se genera el campo magnético. Si las corrientes circularan en direcciones contrarias se hablaría de bobinas anti Helmholtz, y su estructura es apropiada para la generación de gradientes de campo magnético.
- Solenoide: un dispositivo electromagnético que creado por una bobina de alambres enrollado sobre un núcleo de hierro u otro metal. Lo que permite tener espiras iguales y paralelas. Caracterizadas por conducir la misma corriente, siendo el campo magnético en cada punto visto como la suma de los campos generados por las espiras individuales (Suárez, 2023).

### **2.2.1.2 Beneficios de los Campos Magnéticos en las Plantas.**

Esa recurrente apelación a poderes invisibles de los campos magnéticos ha vuelto a cobrar especial auge con el agua tratada magnéticamente, la llamada "agua magnetizada o imantada". Pero las fábulas que rodean a determinadas presentaciones no debe retraernos de estudiar la importancia real del magnetismo en biología. Las investigaciones en los campos magnéticos, aplicada a la agricultura se ha centrado en la utilización de diferentes intensidades de campo y tiempos de exposición. Aunque la mayoría de los estudios se ocupan del análisis de la velocidad y porcentaje de germinación, longitud y peso de las plantas, incluso en: coloración de los frutos, actividad enzimática y fotosintética (Insua et al., 2009).

La estimulación de plantas con campo magnético como una forma de aumentar la cantidad y calidad de la germinación de semillas, el desarrollo de plántulas y los rendimientos de diferentes especies, tales como cultivos de campo, forrajeros e industriales, hierbas y plantas medicinales, diferentes hortalizas y frutas, pastos, plantas ornamentales y cultivos modelo junto con sus influencias fisiológicas y bioquímicas y posibles mecanismos fisiológicos, ha captado el interés de muchos científicos en todo el mundo (Nyakane et al., 2019).

Una de las formas de alterar los procesos de crecimiento de las plantas, es mediante la aplicación de agua expuesta a campos magnéticos, lo que permite contar con un líquido con características diferentes, entre ellas una mayor solubilidad, mayor fluidez y pureza, una tensión superficial menor y más conductividad eléctrica en comparación a su estado inicial. Estos efectos influyen positivamente a seres vivos, en animales se generaría en el sistema sanguíneo más virilización e irrigación, y en seres vegetales, habría mayor eficacia en procesos fotosintéticos, en la germinación de las semillas y en la productividad de los cultivos. Lo que se traduce en un porcentaje de germinación de las semillas es mucho mayor, mientras que el tiempo de germinación disminuye, acelera la rapidez en el desarrollo, incrementa el vigor de los cultivos, aumenta la producción, mejora la calidad de los productos y reduce el volumen de agua que se destina para el riego (Cruz y Forero, 2021).

El aumento en la permeabilidad de la membrana celular con lo que el transporte de iones se aceleraría, aumentando la concentración de elementos minerales y todo esto resultaría en la estimulación de la actividad enzimática con la consecuente provocaría el desarrollo de la semilla, en la velocidad de germinación específicamente (Rivas, 2019).

El campo magnético puede influir en las reacciones químicas al modificar la ubicación del espín electrónico, lo cual puede generar efectos biológicos. Incluso se opina que la exposición con estos campos transforma en la pared celular su permeabilidad y facilita el transporte de energía y agua al interior. En consecuencia, se obtiene más posibilidades de mejoras en el aumento de la clorofila y en el proceso fotosintético en las rutas metabólicas debido a que las semillas fueron sometidas a estos tratamientos. (Cruz y Forero, 2021).

### **2.2.1.3 Imán.**

Se denomina un imán, a principalmente piezas de aleaciones metálicas que poseen un campo magnético que en presencia de materiales afines muestran las características de atracción o repulsión magnética. Cada imán posee dos polos magnéticos; el polo norte (N) y el polo sur (S) en estas zonas el imán presenta la máxima atracción o repulsión magnética: los polos opuestos se atraen y polos iguales se repelen. Si rompemos un imán en dos o varias partes, esa nueva parte se convierte en un nuevo imán, no se puede obtener un solo polo, a excepción de los imanes mono polos. (Walker, 2006).

#### 2.2.1.4 Tipos de Imanes.

Existe un gran número de imanes, por ejemplo, los imanes permanentes (poseen una fuerza magnética permanente como un tipo de roca llamado magnetita) y los imanes temporales (conservan su fuerza magnética durante un tiempo, pero luego la pierden. Algunos metales también pueden convertirse en imanes permanentes. La materia prima que logra cambiar los imanes se denomina material magnético. Entre algunas de estos materiales tenemos al níquel, el acero, el hierro y cobalto. Los imanes más representativos son los de ferrita y de Neodimio(AC Magnets98, 2024).

- Imán de ferrita: se obtiene por óxidos de hierro y ferrita de bario u otras ferritas, depende de la calidad que se quiera adquirir y por lo general son de un color oscuro, Posee alta dureza, pero a la vez es bastante frágil. Soporta temperaturas de  $-30^{\circ}$  hasta  $200^{\circ}\text{C}$ . Se emplea en diversos lugares como en la industria automotriz, electrónica, en medicina, entre otros. Su fuerza residual esta entre los 0,1 T y 0,15 T dependiendo del grado de fabricación, entre mayor grado mayor intensidad magnética.
- Imán de Neodimio: se obtiene a partir de los óxidos de hierro, boro y neodimio con el fin de conseguir características particulares. Son de un color gris brillante. Soporta temperaturas de hasta  $230^{\circ}$  Posee alta dureza y gran potencia en comparación con otros imanes. Su intensidad magnética de hasta 0,59 T. Se fabrican en grados desde 30 hasta 52. Se utiliza en maquinaria y herramientas eléctricas, en automóviles, discos duros, altavoces (AC Magnets98, 2024).

Existen diferentes estados magnéticos que puede adquirir un material, el principal es el estado ferromagnético, pero cabe aclarar que no solo los materiales ferromagnéticos exhiben los efectos e interacciones de los campos magnéticos, sino que, a una diminuta escala casi imperceptible, todos los materiales poseen propiedades magnéticas. Por ejemplo, en presencia de un campo magnético mayor, algunos elementos como el hierro, son atraídos hacia la zona intensa del campo magnético, a estos materiales se les conoce como paramagnéticos. El caso contrario, cuando estos materiales son empujados hacia la zona menos intensa del campo magnético, se les denomina como materiales diamagnéticos(Tello, 2018).

## 2.2.2 Cítricos

### 2.2.2.1 Características de los Cítricos.

Cada planta posee características diferentes y su taxonomía nos ayuda a entender ciertos aspectos para su manejo. En la Tabla 1, se describe la taxonomía de los cítricos:

**Tabla 1.** Aspectos botánicos de los cítricos.

<b>División</b>	Embryophyta sinophonogama
<b>Subdivisión</b>	Angiospermae
<b>Clase</b>	Dicotyledonea
<b>Orden</b>	Geraniales
<b>Familia</b>	Rutácea
<b>Género</b>	Citrus
<b>Especies</b>	Sinensis, reticulata, aurantifolia y paradisi

**Fuente:** (Alvarado,2002)

En la actualidad se produce diferentes variedades de cítrico. En su mayoría, en regiones tropicales y subtropicales del mundo, demostrando una alta facilidad de adaptación a los diversos pisos climáticos. Las especies del genero *Citrus* que mayormente se utilizan para comercio, se conforman de dos partes. La parte superior (tallo, ramas hojas y fruto) y la parte inferior (raíz). Los pecíolos son pequeños en naranja, mandarina y limón. Posee fuertes raíces, blancas y en crecimiento. Tiene una raíz principal. Las raíces de las extensiones se extienden para formar una masa densa de raíces adicionales. La formación de flores comienza con un capullo ubicado en las axilas de las hojas. La fruta cítrica en una baya llamada naranja se debe a crecimiento de ovario. La cáscara es la capa más externa de la fruta, que consiste en exocarpio, mesocarpio y endocarpio, donde se inician saco de jugo o las vesículas que cubren la mayor parte de la fruta en desarrollo. Se puede cultivar en diferentes suelos, estos deben contar con una buena aireación y permeabilidad, lo que garantice un el crecimiento de las raíces, un mínimo de 1 a 2 metros (González y Tullo, 2019).

Además, existen algunos factores climáticos a considerar en el cultivo de cítricos como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Factores Climáticos en el cultivo de cítricos

<b>Parámetros</b>	<b>Rango</b>	<b>Optima</b>
Temperatura	10° C – 39° C	20° C – 30° C
Precipitación	250mm – 4000 mm anual	1200mm – 2000 mm anual
Luz	6 a 8 horas	8 a 10 horas
Suelo (pH)	5.5 - 7.0	5.5 - 6.0

**Fuente:** (González & Tullo, 2019)

### 2.2.2.2 Porta injertos para los Cítricos.

Los cítricos fueron propagados inicialmente por semillas, pero actualmente, la propagación vegetativa por injerto es la más utilizada. Principalmente, el beneficio de la obtención de buenas características y una reducción en el tiempo de producción incentiva el empleo de este método. Un gran número de características pueden heredar las nuevas plantas. Entre algunas tenemos al vigor y tamaño de la planta, tolerancia al frío, adaptación a salinidad o acidez, a enfermedades o plagas, productividad y calidad interna y externa de la fruta (González y Tullo, 2019).

Entre los porta injertos principales tenemos:

- Limón Rugoso (*Citrus jambhiri* Lushington): Las variedades cítricas injertadas en este porta injerto son fornidas y de gran porte. Tiene fruta grande, con cascara gruesa y no es jugosa. Tiene tolerancia a diferentes enfermedades entre ellas a la *tristeza* y *gomosis*. En nuestro país probablemente sea el porta injertos más utilizado a nivel comercial (González y Tullo, 2019).
- Mandarino Cleopatra (*Citrus reshni* Hort. Ex. Tan): Las especies injertadas sobre Cleopatra son plantas grandes, pero tiene un retraso en ingresar a la producción. Prevalecen mejor en suelos arcillosos. También tiene más tolerancia a suelos salinos. Su fruta es pequeña, pero de buena calidad. Tiene tolerancia a diferentes enfermedades entre ellas a la *tristeza* y *psorosis* (González y Tullo, 2019).
- Limón mandarina (*Citrus x limonia*): es una variedad que alcanza un gran tamaño, de 4 a 5 metros, con una gran copa. Resistente alta pluviosidad, apto en suelos con gran cantidad de sedimentos sólidos. Los frutos tienen diferentes tamaños, fácil de pelar y con un interior bastante jugoso.
- Naranja dulce (*Citrus sinensis*): es una especie de mediano tamaño, se desarrollan en suelos con buena cantidad de materia orgánica, con buen drenaje. Resiste alta pluviosidad. Su fruto es de gran tamaño, con una pulpa jugosa y gran cantidad de semillas.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

##### 3.1.1. Enfoque

El enfoque es cuantitativo, debido al empleo de índices de clasificación numérica como el número de plantas a la emergencia, el porcentaje de germinación, la medición de la altura, número de hojas verdaderas, la medición y volumen de raíces y el diámetro del tallo en las dos variedades de cítricos, en los diferentes sistemas, se procesó los resultados obtenidos en los programas de análisis respectivos.

##### 3.1.2. Tipo de Investigación

La presente investigación se desarrolló en campo y fue experimental, donde el cultivo contó con todas las condiciones a nivel de campo, con el fin de obtener datos reales del efecto de los distintos tratamientos, empleando un diseño de bloques completamente al azar(DBCA) donde se expuso el análisis de las variables, para obtener las diferencias estadísticas entre tratamientos.

#### 3.2. HIPÓTESIS

H0: La exposición a los campos magnéticos a las semillas de las dos variedades de cítricos no generará un incremento en los parámetros a estudiarse.

H1: La exposición de los campos magnéticos a las semillas de las dos variedades de cítricos si generará un incremento en los parámetros a estudiarse.

#### 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

##### 3.3.1. Definición de las variables

Variable Independiente: El efecto de la exposición a los campos magnéticos como estimulante en la germinación de semillas.

Variable dependiente: Número de plantas a la emergencia

Porcentaje de germinación

Altura de plántula

Numero de hojas verdaderas

Longitud y volumen de raíces

Diámetro de tallo

En la Tabla 3, se muestra en detalle cada componente físico y analógico de las variables dependiente e independiente:

**Tabla 3.** Operacionalización de variables

<b>VARIABLE</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>TÉCNICA</b>	<b>MATERIALES</b>
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	Tipos de imán	Imán de Ferrita Imán de Neodimio	Observación Observación	Imán de ferrita Imán de neodimio
Campos magnéticos	Frecuencias de tiempo	1 día	Observación	Libreta de campo.
		2 días		
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	Número de plantas emergidas	3 días		
		Número de plantas emergidas a los 21, 28,35 y 42 días después de la siembra.	Observación y conteo	Libreta de campo.
Desarrollo del cultivo	Porcentaje de plantas emergidas	Porcentaje de plantas emergidas a los 21, 28, 35 y 42 días después de la siembra	Observación y conteo	Libreta de campo.
	Diámetro de tallo	Centímetros, a los 28,35 y 42 días después de la emergencia	Observación y medición	Libreta de campo, cinta métrica
	Número de hojas verdaderas	Número de hojas verdaderas, a los 21,28,35,42 y 49 días después de la siembra.	Observación y conteo	Libreta de campo.
	Altura de plántula	Centímetros, desde el cuello de la planta a los 21,28,35,42 y 49 y días después de la emergencia	Observación y medición	Libreta de campo, cinta métrica
	Longitud de raíces	Centímetros, al finalizar los 49 días.	Observación y medición	Libreta de campo, cinta métrica
	Volumen de raíces	Centímetros cúbicos, al finalizar los 49 días	Observación y medición	Libreta de campo, jeringilla

### 3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

#### 3.4.1. Ubicación del Proyecto

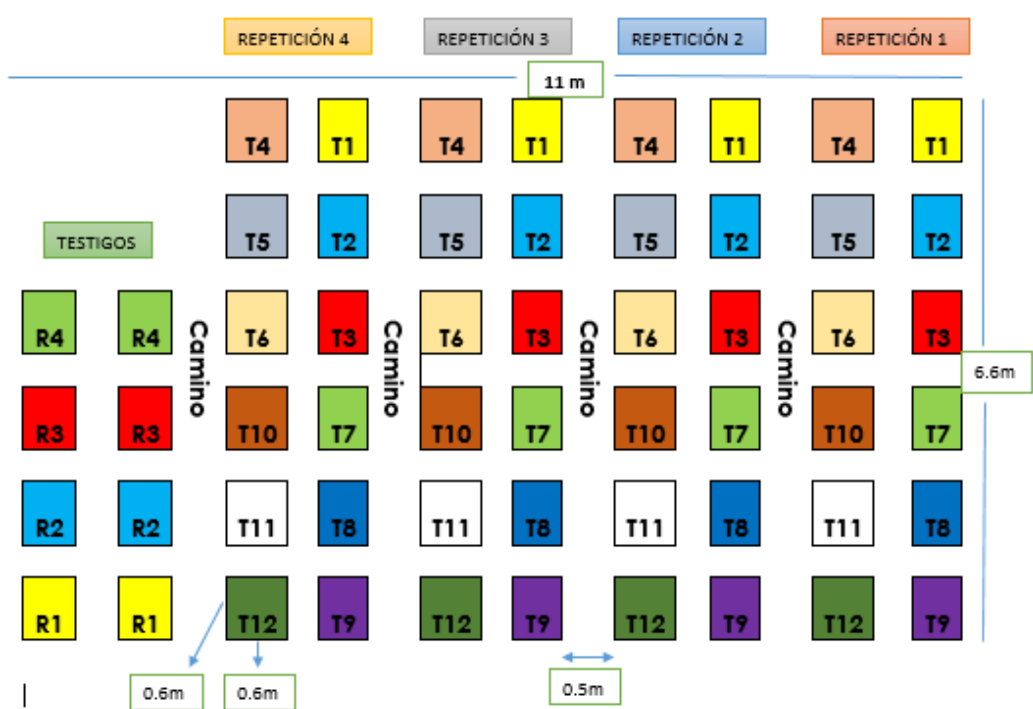
La presente investigación se realizó en la provincia-Carchi, Cantón- Tulcán, Parroquia Rural El Chical, Comunidad- Peñas Blancas, situados al noroccidente de la provincia del Carchi, aproximadamente a 103 Kilómetros, de la ciudad de Tulcán. a una altitud de 2100 m.s.n.m, una temperatura entre de 18 y 25 °C y un clima sub tropical húmedo. con las siguientes coordenadas geográficas 0°58'32.3"N 78°12'43.9"W como se aprecia en la Figura 2.



**Figura 2.** Imagen satelital de la ubicación del proyecto  
**Fuente:** Satellites.pro,2024

### 3.4.2 Superficie de ensayo

En esta investigación se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), en el cual el área total fue de 11m de largo por 6.6m de ancho (72.6 m<sup>2</sup>) incluidos los caminos con una distancia de 0.5 m. Se constituyó de 12 tratamientos más los testigos absolutos y cada tratamiento obtuvo 4 repeticiones, generando un total de 56 unidades experimentales, como se muestra en la Figura 3.



**Figura 3.** Superficie de ensayo.

### 3.4.3 Tratamientos

Las dos variedades de semillas se sometieron a un arreglo factorial (Imán x tiempo) tal como se muestra en la Tabla 4.

Tratamientos Totales + Testigos = 14 Tratamientos

**Tabla 4.** Descripción de los diferentes tratamientos

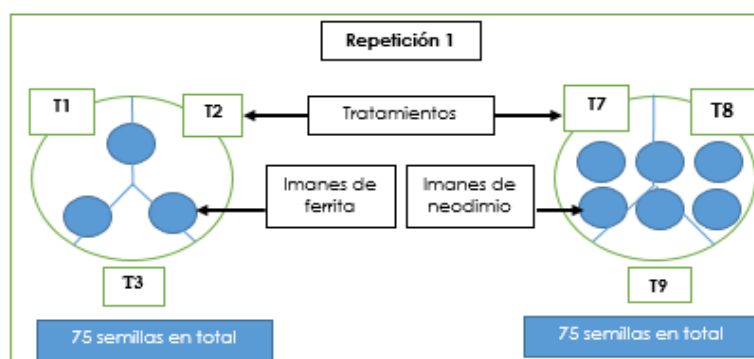
Tratamientos	Imán	Tiempo	Variedad
1	1 Ferrita	1 día	1 ( <i>Citrus limonia</i> )
2	1 Ferrita	2 días	1 ( <i>Citrus limonia</i> )
3	1 Ferrita	3 días	1 ( <i>Citrus limonia</i> )
4	1 Ferrita	1 día	2 ( <i>Citrus sinensis</i> )
5	1 Ferrita	2 días	2 ( <i>Citrus sinensis</i> )
6	1 Ferrita	3 días	2 ( <i>Citrus sinensis</i> )
7	2 Neodimio	1 día	1 ( <i>Citrus limonia</i> )
8	2 Neodimio	2 días	1 ( <i>Citrus limonia</i> )
9	2 Neodimio	3 días	1 ( <i>Citrus limonia</i> )
10	2 Neodimio	1 día	2 ( <i>Citrus sinensis</i> )
11	2 Neodimio	2 días	2 ( <i>Citrus sinensis</i> )
12	2 Neodimio	3 días	2 ( <i>Citrus sinensis</i> )
13	-Testigo	-Testigo	1 ( <i>Citrus limonia</i> )
14	-Testigo	-Testigo	2 ( <i>Citrus sinensis</i> )

### 3.4.3. Técnicas

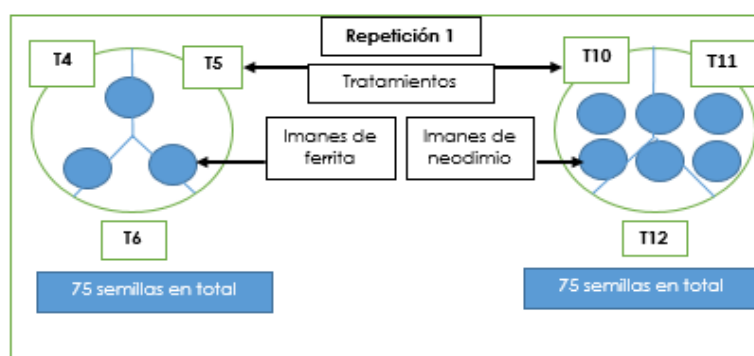
Este experimento constituyo con dos etapas. En la etapa 1:

- Las semillas fueron sometidas a un lavado con agua y desinfectante (alcohol etílico 96%), después se procedió a la colocación sobre las placas Petri de 90x15mm, que previamente se dividió en tres compartimientos, señalando también los diferentes periodos de tiempos a que se expuso las semillas. Se colocaron en cada compartimiento un total de 25 semillas por tratamiento.
- Luego de colocar las semillas en las diferentes cajas, se dispuso de las cajas Petri sobre los imanes de ferrita y de neodimio respectivamente, se utilizaron 3 imanes de ferrita y 6 imanes de neodimio en una disposición que cubrió el área total de la placa. Este método se repitió cuatro veces, para mayor comprensión se muestra la Figura 4:

**Variedad 1 (*Citrus limonia*):**



**Variedad 2 (*Citrus sinensis*):**

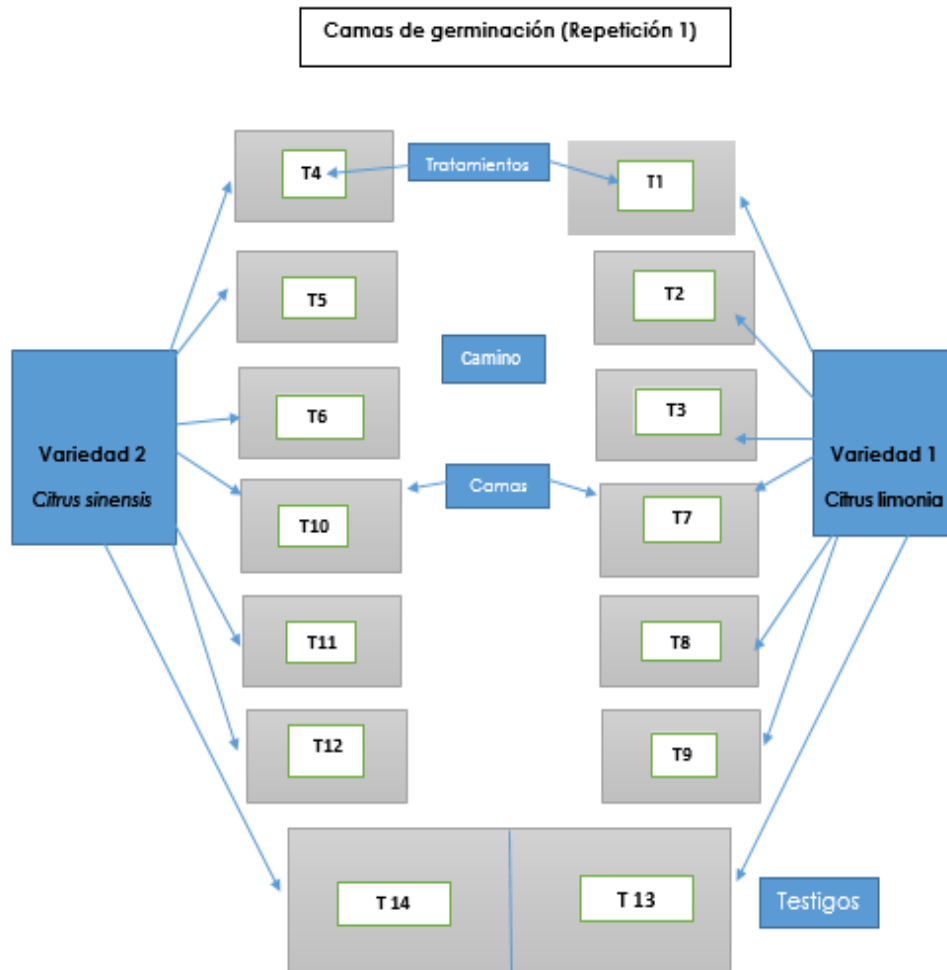


**Figura 4.** Distribución de los tratamientos en las cajas Petri.

Al finalizar los periodos de exposición de los tratamientos comenzó la etapa 2.

- Donde se separó las semillas de cada tratamiento en pequeñas bolsas plásticas con las etiquetas respectivas para evitar la mezcla de tratamientos.
- Luego se trasladó las semillas a las camas de germinación previamente hechas para cada tratamiento y repetición. En cada cama de germinación se dispuso de las 25 semillas para cada tratamiento y repetición. Las dimensiones de la cama fueron de 60cm de ancho, 60 cm de largo y 5.5cm de alto. Dando un total de 56 camas de germinación con testigos incluidos, y con espacios libre (caminos) para las separaciones de los tratamientos.
- Se sembró las semillas a una profundidad prudente y se les suministro de riego.

La distribución de las camas se muestra en la siguiente Figura 5:



**Figura 5.** Disposición de los tratamientos en las camas de germinación

### 3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se llevó a cabo con las variables de: tiempos de exposición (1 día, 2 días, 3 días) (factor A), tipo de imán (Imán de ferrita I1- 0.40-0.410 (T); Imán de neodimio I2- 1.17-1.21 (T)) (factor B) y Variedad 1 y Variedad 2 (Factor C). Como resultado de la combinación de los tres factores se realizaron los tratamientos y más los testigos. Se planteó un Diseño Factorial con 2 fuentes de varianza. Se utilizó el programa estadístico (Infostat) para dicho proceso.

#### 3.5.1 Población y muestra

##### 3.5.1.1. Población

La población de la investigación es de 56 unidades experimentales con un total 1400 plantas. Cada unidad experimental fue de 0.6m por 0.6m (0.36 m<sup>2</sup>) donde se evaluó la germinación y el desarrollo en los primeros cuarenta y cinco días de crecimiento

de las dos variedades de cítricos, partiendo de un diseño experimental de bloques completamente al azar.

### **3.5.1.2. Muestra**

La muestra de la experimentación estuvo proporcionada por la parcela neta (6 plantas) de cada unidad experimental que se tomaron del medio, en su mayoría, del área que conforman las 25 semillas de cada cama de germinación. En donde se evaluó el porcentaje de germinación, número de plantas a la emergencia, la altura de la plántula, número de hojas verdaderas, el diámetro del tallo, longitud y volumen de raíces.

### **3.5.2. Instrumentos de investigación**

- Ficha de observación; donde se recolecto los datos, refiriéndonos a los objetivos estudiados, donde se determinó las variables específicas.
- Libreta de campo; la información importante se registró automáticamente en la libreta ya sean los objetivos del caso, las posibles interferencias y los resultados imprevistos.
- Cámara; con lo que registro de forma física el desarrollo del experimento.
- Cinta métrica: para la medición de las variables cuantitativas.
- Contenedor de agua: para la medición de la variable volumen de raíz.

### **3.5.3 Recursos**

- Imanes de Ferrita
- Imanes de Neodimio
- Semillas de cítricos
- Camas de germinación
- Programa estadístico
- Computador
- Cuaderno de notas, Regla, bolígrafo
- Celular o cámara
- Cajas Petri
- Jeringuillas
- Papel y cinta adhesiva.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS

Las variables evaluadas de dos variedades de cítricos fueron las siguientes: número de plantas a la emergencia y porcentaje de la germinación, altura de plántula, número de hojas verdaderas, longitud de raíz, volumen de raíz, diámetro de tallo

#### 4.1.1. Variable Altura de Plántula

En la Tabla 5, para normalidad en la variable altura de plántula se observa que los datos recolectados desde los 21 hasta los 35 días después de la siembra (dds) presentan valores no normales ( $p < 0.05$ ). Y a los 42 y 49 días (dds) son normales ( $p > 0.05$ )

**Tabla 5.** Prueba Shapiro Wilks para variable altura de plántula

Días después de la siembra (dds)	Media	W*	p	(Unilateral D)
21	0.85	0.79		0.0001
28	1.75	0.91		0.0001
35	2.60	0.93		0.0152
42	3.33	0.95		0.1077
49	3.82	0.96		0.3047

En la Tabla 6, se observa que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados ( $p < 0.01$ ): a los 21 días (dds) se destacó el tratamiento 3 (Citrus l., 3 días de exposición e imán de Ferrita) y el tratamiento 9 (Citrus l., 3 días de exposición e imán de Neodimio) Con medias 2.57 y 2.82 cm respectivamente. Desde los 28 hasta los 35 días (dds) destacó el tratamiento 9 con medias de, 3.55 y 4.09 cm.

**Tabla 6.** Prueba de Kruskal Wallis para la variable altura de plántula

Tratamientos	p<valor	Días después de la siembra (dds)		
		21	28	35
		0.0001	0.0001	0.0001
			Medias	
1		0.57 CD	2.03 CD	2.93 CD
2		1.39 B	2.63 BC	3.32 BC
3		2.57 A	3.17 AB	3.75AB
4		0.00 D	0.48 G	1.56 FG
5		0.05 D	0.58 F	1.82 EFG
6		0.00 D	1.11 EFG	2.24 DEF
7		1.48 B	2.65 BC	3.34 BC
8		1.65 B	2.88 AB	3.62 ABC
9		2.82 A	3.55 A	4.09 A
10		0.21CD	0.96 EFG	2.17 EF
11		0.13 CD	1.38 DE	2.35 DE
12		0.01 D	1.09 EFG	2.19 EF

13	0.73 C	1.29 DEF	1.85 EFG
14	0.27 CD	0.66 EFG	1.17 D

En la Tabla 7, para la variable altura de plántula se observa que existe diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) entre tratamientos. Además, existe diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) tanto para los factores de variedad y tiempo. A los 42 días se obtuvo un valor significativo en el factor imán y tiempo. A los 49 días se obtuvo significancia para el factor tiempo. Mostrando medias de 3.328 y 3.819 cm y un coeficiente de variación (CV) 10.21 y 16.84% para los días evaluados.

**Tabla 7.** Análisis de varianza para altura de plántula desde los 42 hasta los 49 días (dds).

FV	GL	Días después de la siembra (dds)	
		42	49
		p valor	
Modelo	16		
REP	3	0.2723ns	0.2287ns
TRAT	13	0.0001**	0.0001**
VARIEDAD	1	0.0001**	0.0001**
IMÁN	1	0.0197*	0.0022**
TIEMPO	2	0.0115*	0.0408*
Error	39		
Total	55		
CV (%)		10.21	16.84
MEDIA(cm)		3.328	3.819

**Leyenda:** ns (no significativo) \*\* (altamente significativo) \* (significativo)

En la Tabla 8, para la variable altura de plántula a los 42 días (dds) se destaca el tratamiento 3, el tratamiento 8 (*Citrus l.*, 2 días de exposición e imán de Neodimio) y el tratamiento 9 con medias de 4.46, 4.31 y 4.46 cm. Y a los 49 días se destaca el tratamiento 9 con una media de 5.40 cm.

**Tabla 8.** Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de plántula desde los 21 hasta los 49 días (dds).

	Días después de la siembra (dds)	
	42	49
	Medias	
T1	3.85 AB	4.22 ABCD
T2	3.89 AB	3.38 BCD
T3	4.46 A	4.81 AB
T4	2.74 C	3.32 BCD
T5	2.62 CD	2.62 D
T6	2.94 C	3.15 CD
T7	4.00 AB	4.34 ABC
T8	4.31 A	4.81 AB
T9	4.46 A	5.40 A
T10	2.90 C	3.46 BCD
T11	3.15 BC	3.70 BCD
T12	2.97 C	3.64 BCD
T13	2.30 CD	3.59 BCD
T14	1.78 D	3.02 CD

En la Tabla 9, referente a las medias del factor variedad se obtuvo, desde los 21 hasta los 49 días del estudio la variedad 1 (*Citrus limonia*) destacó con medias de 1.75, 2.82, 3.51, 4.20 y 4.49 cm sobre la variedad 2 (*Citrus sinensis*). Continuando el factor imán, desde los 21 hasta los 49 días al finalizar el estudio el imán 2 (Neodimio) obtuvo las mayores alturas con medias de 1.05, 2.08, 2.96, 3.67 y 4.22 cm. En cuanto al factor tiempo, el Tiempo 3 (3 días) desde los 21 hasta los 49 días destacó con medias de 1.35, 2.23, 3.07, 3.76 y 4.25 cm.

**Tabla 9.** Prueba de Tukey para los factores de variedad, imán y tiempo.

Factor	Días después de la siembra				
	21	28	35	42	49
	Medias Variedad				
( <i>Citrus limonia</i> )	1.75 A	2.82 A	3.51 A	4.20 A	4.49 A
( <i>Citrus sinensis</i> )	0.07 B	0.93 B	2.05 B	2.89 B	3.31 B
	Imán				
Ferrita	0.76 B	1.67 B	2.60 B	3.41 B	3.58 B
Neodimio	1.05 A	2.08 A	2.96 A	3.67 A	4.22 A
	Tiempo				
1 día	0.56 B	1.53 B	2.50 B	3.37 B	3.84 AB
2 días	0.81 B	1.87 B	2.78 B	3.49 AB	3.62 B
3 días	1.35 A	2.23 A	3.07 A	3.76 A	4.25 A

Para la variable altura de plántula se usó la prueba de Tukey al 5% para el factor imán obteniendo mejores resultados los tratamientos con el imán de Neodimio, desde los 21 hasta los 49 días (dds) al finalizar el estudio el imán 2 (Neodimio) obtuvo las mayores alturas con medias de 1.05, 2.08, 2.96, 3.67 y 4.22 cm igual que se muestra en la Tabla 9. Corroborando también estudios realizados por Samarah et al., (2021), donde evaluó el efecto del tratamiento magnético del agua sobre la germinación en semillas y productividad de plantas de tomate, demostrando que la longitud de las plántulas fue mayor que los germinados en agua no tratada agua a 0 y 10 dS/m, mientras que la diferencia no fue significativa a 5 o 15 dS/m. La longitud de los brotes aumentó significativamente cuando las semillas se humedecieron con agua tratada magnéticamente (7.4 cm) en comparación con las semillas humedecidas con agua sin tratar (6.1 cm). También coincide con estudios realizados por Shirley O. Agcaoili (2018) donde en un sistema hidropónico de lechuga utilizando agua de riego magnetizada, siete días después del trasplante (7 DDT), la altura de las lechugas regadas con agua magnetizada con seis imanes resultó ser significativamente mayor en un 10.66 % que la altura de las lechugas regadas con agua magnetizada con cuatro imanes y el control.

#### 4.1.2. Variable Número de Hojas Verdaderas

En la Tabla 10, para normalidad en la variable número de hojas verdaderas se observa que los datos recolectados desde los 21 hasta los 35 días (dds) presentan valores no normales ( $p < 0.05$ ) y a los 42 y 49 días (dds) presentan valores normales ( $p > 0.05$ )

**Tabla 10.** Prueba Shapiro Wilks para variable número de hojas verdaderas.

Días después de la siembra (dds)	Media	W*	p	(Unilateral D))
21	0.67	0.75		0.0001
28	1.60	0.89		0.0001
35	2.49	0.92		0.0028
42	3.27	0.96		0.2443
49	3.52	0.96		0.2115

En la Tabla 11, se observa que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados ( $p < 0.01$ ); desde los 21 hasta 28 días (dds) se destacó el tratamiento 3 (*Citrus l.*, 3 días de exposición e imán de Ferrita) y el tratamiento 9 (*Citrus l.*, 3 días de exposición e imán de Neodimio) con mayores rendimientos. Con medias para el tratamiento 3 de 2.35 y 3.40 hojas. Las medias del tratamiento 9 fueron 2.63 y 3.53 hojas. A los 35 días (dds) se destacó el tratamiento 7 (*Citrus l.*, 1 día de exposición e imán de Neodimio) y el tratamiento 9. Con medias de 3.80 y 4.30 hojas.

**Tabla 11.** Prueba Kruskal Wallis para variable número de hojas verdaderas

P<valor	Días después de la siembra (dds)		
	21	28	35
	0.0001	0.0001	0.0001
Tratamientos		Medias	
1	0.25 D	1.93 BC	3.43 ABC
2	1.13 B	2.65 AB	3.65 AB
3	2.35 A	3.40 A	2.95 ABCD
4	0.00 D	0.08 D	1.28 E
5	0.00 D	0.60 CD	1.18 E
6	0.00 D	0.60 CD	2.05 CDE
7	1.18 B	2.58 AB	3.80 A
8	1.08 B	2.58 AB	3.68 AB
9	2.63 A	3.53 A	4.30 A
10	0.05 D	0.58 D	1.78 DE
11	0.10 D	1.05 CD	2.28 BCDE
12	0.00 D	0.63 CD	1.88 DE
13	0.45 CD	1.05 CD	1.55 DE
14	0.20 D	1.18 CD	1.03 E

En la Tabla 12, análisis de varianza para la variable número de hojas verdaderas desde los 42 hasta los 49 días (dds), se observa que existe diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) entre tratamientos. A los 42 hasta los 49 días (dds) se obtuvo un valor altamente significativo ( $p < 0.01$ ) para el factor variedad. Mostrando medias de

3.273 y 3.517 hojas y un coeficiente de variación de 10.71 y 18.83% para los días evaluados.

**Tabla 12.** Análisis de varianza para el número de hojas verdaderas desde los 42 hasta los 49 días (dds).

FV	GL	Días después de la siembra (dds)	
		42	49
		p-valor	
Modelo	16		
REP	3	0.0272 *	0.2535 ns
TRAT	13	0.0001**	0.0001 **
VARIEDAD	1	0.0001**	0.0001**
IMÁN	1	0.5856ns	0.0049**
TIEMPO	2	0.0099**	0.0436*
Error	39		
Total	55		
CV(%)		10.71	18.83
MEDIA(# de hojas)		3.273	3.517

**Leyenda:** ns (no significativo) \*\* (altamente significativo) \* (significativo)

En la Tabla 13, para la variable número de hojas verdaderas A los 42 días (dds) se destaca los tratamientos 1 (*Citrus l.*, 1 día de exposición e imán de ferrita), el tratamiento 2 (*Citrus l.*, 2 días de exposición e imán de Ferrita), el tratamiento 3, el tratamiento 8 (*Citrus l.*, 2 días de exposición e imán de Neodimio) y el tratamiento 9 con medias de 4.15, 4.08, 4.40, 4.08 y 4.63 hojas. A los 49 días (dds), se destaca el tratamiento 9 con una media 5.08 hojas.

**Tabla 13.** Prueba de Tukey al 5% para la variable número de hojas verdaderas desde los 42 hasta los 49 días (dds)

Tratamiento	Días después de la siembra (dds)	
	42	49
	Medias	
T1	4.15 A	4.18 ABC
T2	4.08 A	3.03 BCD
T3	4.40 A	4.30 ABC
T4	2.83 C	3.30 BCD
T5	2.53 CD	2.35 D
T6	3.10 BC	2.65 CD
T7	3.90 AB	4.40 AB
T8	4.08 A	4.30 ABC
T9	4.63 A	5.08 A
T10	2.70 CD	2.90 BCD
T11	3.13 BC	3.30 BCD
T12	3.00 C	3.53 ABCD
T13	1.90 DE	3.25 BCD
T14	1.40 E	2.68 CD

En la Tabla 14, referente a las medias del factor variedad se obtuvo, desde los 21 hasta los 49 días (dds) que la variedad 1 (*Citrus limonia*) destacó con medias de 1.43, 2.78, 3.63, 4.20 y 4.21 hojas sobre la variedad 2 (*Citrus sinensis*). Continuando con las medias del factor imán, desde los 21,28 y 42 días (dds) tanto el imán 1 (Ferrita) y el

imán 2 (Neodimio) obtuvieron resultados favorables. A los 35 y 49 días (dds) se destacó el imán de neodimio con medias de 2.95 y 3.92 hojas. En cuanto a los tiempos, el Tiempo 3(3 días) desde los 21 hasta los 49 días(dds) destaco con medias de 1.24, 2.04, 2.79, 3.78 y 3.89 hojas.

**Tabla 14.** Prueba de Tukey para los factores de variedad, imán, tiempo.

Factor	Días después de la siembra				
	21	28	35	42	49
Medias					
VARIEDAD					
( <i>Citrus limonia</i> )	1.43 A	2.78 A	3.63 A	4.20 A	4.21 A
( <i>Citrus sinensis</i> )	0.02 B	0.59 B	1.74 B	2.88 B	3.00 B
IMÁN					
Ferrita	0.62 A	1.54 A	2.42 B	3.51 A	3.30 B
Neodimio	0.84 A	1.82 A	2.95 A	3.57 A	3.92 A
TIEMPO					
1 día	0.37 B	1.29 B	2.57 A	3.39 B	3.69 AB
2 días	0.58 B	1.72 AB	2.69 A	3.45 AB	3.24 B
3 días	1.24A	2.04 A	2.79 A	3.78 A	3.89 A

Para la variable número de hojas verdaderas se usó la prueba de Tukey al 5%, destacando el tratamiento 9 (*Citrus l.*, 3 días de exposición e imán de Neodimio) que a los 49 días (dds) obtuvo una media 5.08 hojas como se muestra en la Tabla 13. Concordando con estudios realizados por Radwan et al., (2020) donde evaluó los efectos del agua tratada con imanes de neodimio (NdFeB) sobre el crecimiento y características del pimiento (*Capsicum annum*), mostrando al final del experimento, el número de las hojas de plantas de pimiento regadas con agua tratada con 6 imanes ( $84,75 \pm 23,3$ ) fueron las más altas de entre cuatro grupos. Corroborando también estudios realizados por Samarah et al., (2021), donde evaluó el efecto del tratamiento magnético del agua sobre la germinación en semillas y productividad de plantas de tomate, demostrando que los pesos fresco y seco de las plantas aumentaron significativamente ( $p \leq 0.05$ ) cuando las plantas fueron regadas con agua tratada magnéticamente (156,3 g y 42,1 g) en comparación con las plantas regadas con agua sin tratar (122,6 g y 36,2 g), respectivamente). El aumento de la salinidad en el agua de riego disminuyó significativamente ( $p \leq 0.05$ ) del peso fresco y seco de la planta desde 263,8 g y 73,4 g a 0 dS/m hasta 56,8 g y 18 g a 15 dS/m

#### 4.1.3. Variable Número de Plantas a la Emergencia

En la Tabla 15, para normalidad en la variable número de plantas a la emergencia se observa que los datos recolectados desde los 21 hasta los 35 días (dds) presentan

valores no normales de ( $p < 0.05$ ) y a los 42 días (dds) presentan valores normales ( $p < 0.05$ )

**Tabla 15.** Prueba Shapiro Wilks para variable de número de plantas a la emergencia

Días después de la siembra (dds)	Media	W* p	(Unilateral D))
21	0.67	0.75	0.0001
28	1.60	0.89	0.0001
35	2.49	0.92	0.0028
42	3.27	0.96	0.2443

En la Tabla 16, se observa que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados ( $p < 0.01$ ); a los 21 días (dds) se destacó el tratamiento 3 (*Citrus l.*, 3 días de exposición e imán de Ferrita), el tratamiento 8 (*Citrus l.*, 2 días de exposición e imán de Neodimio) y el tratamiento 9 (*Citrus l.*, 3 días de exposición) e imán de Neodimio) con medias de 19.00, 13.25 y 19.50 plantas a la emergencia respectivamente. A los 28 días (dds) se destacó el tratamiento 1 (*Citrus l.*, 1 día de exposición e imán de Ferrita) y el tratamiento 2 (*Citrus l.*, 2 días de exposición e imán de Ferrita) con medias de 9.25 y 9.00 plantas a la emergencia respectivamente. A los 35 días (dds) destacó el tratamiento 5 (*Citrus s.*, 2 días de exposición e imán de Ferrita) y una media de 8.75 plantas a la emergencia.

**Tabla 16.** Prueba Kruskal Wallis para variable de número de plantas a la emergencia

Tratamientos	p < valor	Días después de la siembra (dds)		
		21 0.0001	28 0.0023	35 0.0004
		Medias		
1		2.50 CD	9.25 A	5.00 ABC
2		8.75 ABC	9.00 A	2.25 C
3		19.00 A	3.25 AB	1.25 C
4		0.00 D	3.25 AB	3.25 BC
5		0.25 D	2.75 AB	8.75 A
6		0.00 D	5.75 AB	4.50 ABC
7		10.50 AB	8.00 AB	3.00 CB
8		13.25 A	8.25 AB	1.50 C
9		19.50 A	1.75 B	1.25 C
10		1.00 D	4.25 AB	5.25 ABC
11		0.50 D	6.50 AB	7.50 AB
12		0.25 D	7.25 AB	5.25 ABC
13		3.50 BCD	2.25 AB	1.50 C
14		1.25 D	2.50 AB	1.50 C

En la Tabla 17, análisis de varianza para la variable número de plantas a la emergencia a los 42 días (dds), se observa que existe diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) entre tratamientos. Además, se obtuvo un valor altamente significativo ( $p < 0.01$ ) para el factor variedad. Mostrando media de 2.250 plantas a la emergencia y un coeficiente de variación 73.12% para el día evaluado, resaltando

que se obtuvo un CV extremadamente alto, debido a que en esa fecha de muestreo la mayoría de semillas ya había germinado.

**Tabla 17.** Análisis de varianza para el número de plantas a la emergencia a los 42 días (dds)

FV	GL	Días después de la siembra( dds) 42
	p valor	
Modelo	16	
REP	3	0.2736ns
TRAT	13	0.0001**
VARIEDAD	1	0.0001**
IMÁN	1	0.0687*
TIEMPO	2	0.9353ns
Error	39	
Total	55	
CV(%)		73.12
MEDIA(# de plantas a la emergencia)		2.250

**Leyenda:** ns (no significativo) \*\* (altamente significativo) \* (significativo)

En la Tabla 18, para la variable número de plantas a la emergencia a a los 42 días se destaca el tratamiento 6 (*Citrus s.*, 3 días de exposición e imán de Ferrita) y una media de 7.00 plantas a la emergencia.

**Tabla 18.** Prueba de Tukey al 5% para la variable número de plantas a la emergencia por tratamientos

Tratamiento	Días después de la siembra 42
T1	2.75 BC
T2	0.50 BC
T3	0.00 C
T4	3.00 ABC
T5	4.50 AB
T6	7.00 A
T7	0.50 BC
T8	0.50 BC
T9	0.25 C
T10	4.00 ABC
T11	3.75 ABC
T12	2.25 BC
T13	1.75 BC
T14	0.75 BC

En la Tabla 19, referente a las medias del factor variedad se obtuvo que, desde los 21 hasta los 28 días del estudio la variedad 1 (*Citrus limonia*) destacó con medias de 10.38 y 6.58 plantas a la emergencia sobre la variedad 2 (*Citrus sinensis*) Desde los 35 hasta los 42 días destacó la variedad 2 (*Citrus sinensis*) con medias de 5.75 y 4.08 plantas a la emergencia. Continuando con las medias del factor imán, desde los 21 hasta los 49 días después de la siembra tanto el imán 1 (Ferrita) y el imán 2 (Neodimio) obtuvieron resultados favorables. En cuanto a los tiempos, a los 21 días destacó el

Tiempo 3(3 días) con media 6.88 plantas a la emergencia. Desde los 28 hasta los 42 días después de la siembra tanto el Tiempo 1 (1 días) Tiempo 2 (2 días) y Tiempo 3(3 días) obtuvieron resultados favorables.

**Tabla 19.** Prueba de Tukey para los factores de variedad, imán, tiempo.

Factor	Días después de la siembra			
	21	28	35	42
Medias				
VARIEDAD				
( <i>Citrus limonia</i> )	10.38 A	6.58 A	2.38 B	0.75 B
( <i>Citrus sinensis</i> )	0.33 B	4.96 B	5.75 A	4.08 A
IMÁN				
Ferrita	4.29 A	5.54 A	4.17 A	1.88 A
Neodimio	6.42 A	6.00 A	3.96 A	2.96 A
TIEMPO				
1 día	3.50 B	6.19 A	4.13 A	2.56 A
2 días	5.69 AB	6.63 A	5.00 A	2.31 A
3 días	6.88 A	4.50 A	3.06 A	2.38 A

Para la variable número de plantas a la emergencia se usó la prueba de Kruskal Wallis, destacando a los 21 días (dds) se destacó el tratamiento 3 (*Citrus l.*, 3 días de exposición e imán de Ferrita), el tratamiento 8 (*Citrus s.*, 2 días de exposición e imán de Neodimio) y el tratamiento 9 (*Citrus l.*, 3 días de exposición e imán de Neodimio) con medias de 19.00, 13.25 y 19.50 plantas a la emergencia respectivamente. A los 28 días (dds) se destacó el tratamiento 1 (*Citrus l.*, 1 día de exposición e imán de Ferrita) y el tratamiento 2 (*Citrus l.*, 2 días de exposición e imán de Ferrita) Con medias de 9.25 y 9.00 plantas a la emergencia respectivamente. A los 35 días (dds) destacó el tratamiento 5 (*Citrus s.*, 2 días de exposición e imán de Ferrita) y una media de 8.75 plantas a la emergencia respectivamente como se muestra en la Tabla 16. Concordando con estudios realizados por Maffei, (2014) donde semillas de guisante expuestas a una intensidad de campo sinusoidal no uniforme rectificadas de onda completa de 60, 120 y 180 mT (micro Tesla) durante 5, 10 y 15 minutos antes de la siembra mostraron un aumento significativo en la germinación. El índice de emergencia, el índice de emergencia final y el índice de vigor aumentaron en un 86, 13 y 205 %, respectivamente. Además, se encontró que la exposición de 5 minutos para intensidades de campo sinusoidal de 60 y 180 mT mejoró significativamente los parámetros de germinación del guisante y estos tratamientos podrían usarse prácticamente para acelerar la germinación del guisante. Concordando también con estudios realizados por Dion Daniels et al., (2018), donde evaluó el tiempo desde la siembra hasta la germinación del cultivo del cilantro, mostrando que el tratamiento 5 (Imán de neodimio de potencia media con su polo sur apuntando hacia arriba), fue

el mejor en cuanto al tiempo que tardaron las semillas en germinar. Las semillas bajo el tratamiento 5 germinaron en 8.1 días y esto fue significativamente menor que todos los demás tratamientos, incluidos el control.

#### 4.1.4. Variable Longitud de Raíz

En la Tabla 20, para normalidad en la variable longitud de raíz se observa que todos los datos recolectados a los 49 días (dds) son normales ( $p > 0.05$ ).

**Tabla 20.** Prueba Shapiro Wilks para variable longitud de raíz

Días después de la siembra (dds)	Media	$\frac{W^*}{p}$	(Unilateral D))
49	7.48	0.96	0.2383

En la Tabla 21, análisis de varianza para la variable longitud de raíz a los 49 días (dds), se observa que existe diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) entre tratamientos. Además, existió diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) tanto para el factor variedad e imán. Y para el factor tiempo resulto no significativo en la longitud de raíz. Mostrando una media de 7.412 cm en la longitud de raíz y un CV de 12.45 %

**Tabla 21.** Análisis de varianza para la longitud de raíz a los 49 días (dds).

FV	GL	Días después de la siembra (dds)
		42
	p-valor	
Modelo	16	
REP	3	0.4311ns
TRAT	13	0.0001**
VARIEDAD	1	0.0001**
IMAN	1	0.0073**
TIEMPO	2	0.2997ns
Error	39	
Total	55	
CV(%)		12.45
MEDIA(cm)		7.412

**Leyenda:** ns (no significativo) \*\* (altamente significativo) \* (significativo)

En la Tabla 22, para la variable longitud de raíz a los 49 días (dds), se destacó el tratamiento 9 *Citrus l.*, 3 días de exposición e imán de Neodimio) y una media de 9.67 cm.

**Tabla 22.** Prueba de Tukey al 5% para la variable longitud de raíz por tratamientos.

Tratamientos	Días después de la siembra (dds)
	49
	Medias
T1	7.54 ABCD
T2	7.68 ABCD
T3	8.67 AB
T4	6.61 BCD
T5	6.30 CD
T6	6.74 BCD

T7	8.43 ABC
T8	8.95 AB
T9	9.67 A
T10	7.20 BCD
T11	7.24 BCD
T12	6.69 BCD
T13	7.13 BCD
T14	5.92 D

En la Tabla 23, referente a las medias del factor variedad se obtuvo que, a los 49 días (dds) la variedad 1 (*Citrus limonia*) destaco con una media de 9.49 cm en la longitud de raíz sobre la variedad 2 (*Citrus sinensis*) Continuando con el factor imán, a los 49 días (dds) el imán 2 (Neodimio) obtuvo una media de 8.03 cm. En cuanto al factor tiempo, a los 49 días (dds) destacaron todos los tiempos (tiempo1, tiempo 2 y tiempo 3). Con medias aproximadas entre sí de 7.44, 7.54 y 7.94 cm respectivamente

**Tabla 23.** Prueba de Tukey para los factores de variedad, imán, tiempo.

Factor	Días después de la siembra 49
Medias	
VARIEDAD	
( <i>Citrus limonia</i> )	9.49 A
( <i>Citrus sinensis</i> )	6.80 B
IMÁN	
Ferrita	7.26 B
Neodimio	8.03 A
TIEMPO	
1 día	7.44 A
2 días	7.54 A
3 días	7.94 A

#### 4.1.5. Variable Volumen de Raíz

En la Tabla 24, para normalidad en la variable volumen de raíz se observa que todos los datos recolectados a los 49 días (dds) presentan valores no normales ( $p < 0.05$ )

**Tabla 24.** Prueba Shapiro Wilks para variable volumen de raíz.

Días después de la siembra (dds)	Media	W* p	(Unilateral D))
49	1.33	0.81	0.0001

En la Tabla 25, se observa que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados ( $p < 0.01$ ); a los 49 días (dds) se muestra que el tratamiento 9 (*Citrus l.*, 3 días de exposición e imán de Neodimio) obtuvo una media de 2.00cc

**Tabla 25.** Prueba Kruskal Wallis para variable volumen de raíz.

	Días después de la siembra (dds)
	49
	p<valor
	0.0001
Tratamientos	Medias
1	1.08 DE

2	1.10 CDE
3	1.50 BCD
4	1.15 CDE
5	1.20 CDE
6	1.18 CDE
7	1.33 CDE
8	1.83 AB
9	2.00 A
10	1.05 DE
11	1.48 BCD
12	1.55 ABC
13	1.00 E
14	1.15 CDE

En la Tabla 26, análisis de varianza para la variable volumen de raíz a los 49 días (dds), se observa que existe diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) entre tratamientos. Además, existió diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) para los factores variedad, imán y tiempo. Con media de 1,328 cc y un coeficiente de variación, 13.62 %.

**Tabla 26.** Análisis de varianza para el volumen de raíz a los 49 (dds).

FV	GL	Días después de la siembra (dds)
		42
	p-valor	
Modelo	16	
REP	3	0.0125 *
TRT	13	0.0001**
VARIEDAD	1	0.0043**
IMÁN	1	0.0001**
TIEMPO	2	0.0001**
Error	39	
Total	55	
CV (%)		13.62
MEDIA(cc)		1.328

**Leyenda:** ns (no significativo) \*\* (altamente significativo) \* (significativo)

En la Tabla 27, referente a las medias del factor variedad se obtuvo que, a los 49 días (dds) la variedad 1 (*Citrus limonia*) destacó con una media de 1.47 cc para el volumen de raíz sobre la variedad 2 (*Citrus sinensis*). Continuando con el factor imán, a los 49 días (dds) el imán 2 (Neodimio) obtuvo una media de 1.54cc. En cuanto al factor tiempo, a los 49 días (dds) destacaron el tiempo 2 (2 día) y el tiempo 3 (3 días). Con medias de 1.40 y 1.56 cc respectivamente.

**Tabla 27.** Prueba de Tukey para los factores de variedad, imán, tiempo.

Factor	Días después de la siembra
	49
	Medias
	VARIEDAD
( <i>Citrus limonia</i> )	1.47 A
( <i>Citrus sinensis</i> )	1.27 B
	IMÁN
Ferrita	1.20 B
Neodimio	1.54 A

	TIEMPO	
1 día		1.15 B
2 días		1.40 A
3 días		1.56 A

Para las variables longitud de raíz y volumen de raíz se usó la prueba de Tukey al 5%, destacando el tratamiento 9 (*Citrus l.*, 3 días de exposición e imán de Neodimio) que los 49 (dds) obtuvo una media 9.67cm y 2.00 cc igual que se muestra en a Tabla 22 y Tabla 25 respectivamente. Dando a entender la relación que existe entre la longitud y el volumen de raíz. Corroborando a estudios realizados por Abdel Latef et al., (2020) donde evaluó el impacto del campo magnético estático en el crecimiento, pigmentos, osmolitos, óxido nítrico, sulfuro de hidrógeno, fenilalanina amoníaco-Liasa, actividad antioxidante, sistema de defensa y rendimiento en lechuga. Demostrando que la longitud de la raíz fue inducida de manera muy significativa por campo magnético estático (SMF) y la promoción de SMF fue más prominente en SMF1 durante 3 h (74,80%). Concordando también con estudios de Harby Mostafa et al., (2019) donde evaluó el efecto del proceso repetido de magnetización del agua en las propiedades del agua y del suelo, así como en el rendimiento de la lechuga, demostrando que los valores de longitud y diámetro de raíces fueron mayores en un paso de agua magnética (14.5 cm y 2.5 cm) seguido de dos tiempos de paso (13.1 cm y 2.2 cm) en comparación con no magnético (13.3 cm y 2 cm), mientras que el valor de agua magnetizada tres veces pasada disminuyó (11.1 cm y 1.7 cm).

#### 4.1.6. Variable Diámetro de Tallo

En la Tabla 28, para normalidad en la variable diámetro de tallo se observa que los datos recolectados desde los 28 hasta los 42 días (dds) presentan valores no normales ( $p < 0.05$ )

**Tabla 28.** Prueba Shapiro Wilks para variable diámetro de tallo.

Días después de la siembra (dds)	Media	W* p	(Unilateral D))
28	1.37	0.84	0.0001
35	1.92	0.88	0.0001
42	2.27	0.90	0.0001

En la Tabla 29, se observa que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados ( $p < 0.01$ ); a los 28 días (dds) se destacó el tratamiento 9 (*Citrus l.*, 3 días de exposición e imán de Neodimio) Con una media de 2.25 mm. A los 35 días (dds) se destacó el tratamiento 3 (*Citrus l.*, 3 días de exposición e imán de Ferrita), el tratamiento 8 (*Citrus l.* 2 días de exposición e Imán de Neodimio) y el tratamiento 9.

Con medias de 2.75, 2.71 y 2.88 mm respectivamente. Y a los 42 (dds) se destacó el tratamiento 9 con una media de 3.00 mm .

**Tabla 29.** Prueba Kruskal Wallis para variable diámetro de tallo.

p<valor	Días después de la siembra(dds)		
	28	35	42
	0.0001	0.0001	0.0002
Tratamientos	Medias		
1	1.42 CD	2.34 ABC	2.54 ABCD
2	1.79 BC	2.25 ABCD	2.03 ABCDE
3	1.96 AB	2.75 A	2.83 ABC
4	0.92 E	1.54 CDE	1.96 BCDE
5	1.04 DE	1.37 E	1.50 E
6	1.13 DE	1.54 CDE	1.83 CDE
7	1.67 BC	2.42 AB	2.75 ABC
8	1.96 AB	2.71 A	2.96 AB
9	2.25 A	2.88 A	3.00 A
10	1.09 DE	1.37 BCDE	2.04 ABCDE
11	1.04 DE	1.63 DE	2.17 ABCDE
12	1.04 DE	1.42 DE	2.34 ABCDE
13	0.94 E	1.42 DE	2.17 ABCDE
14	0.88 E	1.25 E	1.67 DE

En la Tabla 30, referente a las medias del factor variedad se obtuvo, desde los 28 hasta los 42 días (dds) la variedad 1 (*Citrus limonia*) destaco con medias de 1.84, 2.56 y 2.69mm en el diámetro del tallo sobre la variedad 2 (*Citrus sinensis*) Continuando con el factor imán, a los 28 y 42 días (dds) destaco el imán de Neodimio. En cuanto al factor tiempo, desde los 35 hasta los 42 días (dds) destacaron todos los tiempos (Tiempo 1, Tiempo 2 y Tiempo 3)

**Tabla 30.** Prueba de Tukey para los factores de variedad, imán, tiempo.

Factor	Días después de la siembra		
	28	35	42
	Medias		
	Variedad		
( <i>Citrus limonia</i> )	1.84 A	2.56 A	2.69 A
( <i>Citrus sinensis</i> )	1.04 B	1.48 B	1.97 B
	Imán		
Ferrita	1.38 B	1.96 A	2.12 B
Neodimio	1.51 A	2.07 A	2.54 A
	Tiempo		
1 día	1.27 B	1.92 A	2.32 A
2 días	1.46 AB	1.99 A	2.16 A
3 días	1.60 A	2.15 A	3.50 A

Para la variable diámetro del tallo, a los 28, 35 y 49 días (dds), se destacó el tratamiento 9 (*Citrus l.*, 3 días de exposición e imán de Neodimio) Con medias de 2.25, 2.88 y 3.00 mm como se muestra en la Tabla 29. Corroborando estudios realizados por Samarah et al., (2021), donde evaluó el efecto del tratamiento magnético del agua sobre la germinación en semillas y productividad de plantas de tomate, obteniendo

aumentos significativos en el diámetro del tallo de la planta al regar las plantas con agua tratada magnéticamente (6.9 mm) en comparación con las plantas de control (5.6 mm). Como el nivel de salinidad del agua de riego aumentó, el diámetro del tallo de la planta al final de la temporada de crecimiento disminuyó significativamente. El mayor diámetro del tallo de la planta (8.3 mm) fue registrado para las plantas regadas con agua destilada (0 dS/m), mientras que la planta más baja se registró el diámetro del tallo (4.3 mm) para las plantas regadas con mayor cantidad de agua salina (15 dS/m)

#### 4.1.7. Variable Porcentaje de Germinación

En la Tabla 31, para normalidad en la variable porcentaje de germinación se observa que los datos recolectados desde los 21 hasta los 42 días (dds) no presentan valores normales ( $p < 0.05$ )

**Tabla 31.** Prueba Shapiro Wilks para variable porcentaje de germinación

Días después de la siembra (dds)	Media	W* p	(Unilateral D))
21	22.93	0.73	0.0001
28	19.36	0.84	0.0001
35	14.79	0.89	0.0001
42	8.50	0.89	0.0001

En la Tabla 32, se observa que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados ( $p < 0.01$ ); a los 21 días (dds) se destacó el tratamiento 3 (*Citrus l.*, 3 días de exposición e imán de Ferrita), el tratamiento 8 (*Citrus l.*, 2 días de exposición e imán de Neodimio) y el tratamiento 9 (*Citrus l.*, 3 días de exposición e imán de Neodimio) Con medias de 76.00, 53.00 y 78.00 %. A los 28 (dds) se destacó el tratamiento 1 (*Citrus l.*, 1 día de exposición e imán de Ferrita) Con una media de 37.00 %. A los 35 días (dds) se destacó el tratamiento 5 (*Citrus s.*, 2 días de exposición e imán de Ferrita) Con una media de 35.00%. Y a los 42 días (dds) se destacó el tratamiento 6 (*Citrus s.*, 3 días de exposición e imán de Ferrita) con una media de 28.00%

**Tabla 32.** Prueba Kruskal Wallis para variable porcentaje de germinación

Tratamientos	p<valor	Días después de la siembra (dds)			
		21	28	35	42
		0.0001	0.0024	0.0004	0.00019
		Medias			
1		10.00 CD	37.00 A	20.00 ABC	11.00 BC
2		35.00 ABC	36.00 AB	9.00 C	2.00 BC
3		76.00 A	13.00 ABC	5.00 C	0.00 C
4		0.00 D	13.00 ABC	13.00 BC	12.00 ABC
5		1.00 D	11.00 ABC	35.00 A	18.00 AB
6		0.00 D	23.00 ABC	18.00 ABC	28.00 A
7		42.00 AB	7.00 C	12.00 BC	2.00 BC
8		53.00 A	33.00 ABC	6.00 C	2.00 BC

9	78.00 A	7.00 C	5.00 C	1.00 C
10	4.00 D	17.00 ABC	21.00 ABC	9.00 BC
11	2.00 D	26.00 ABC	30.00 AB	15.00 ABC
12	1.00 D	29.00 ABC	21.00 ABC	9.00 BC
13	14.00 BCD	9.00 BC	6.00 C	7.00 BC
14	5.00 D	10.00 ABC	6.00 C	3.00 BC

Para la variable porcentaje de germinación se usó la prueba de Tukey al 5%, a los 21 días (dds) se destacó el tratamiento 3 (*Citrus l.*, 3 días de exposición e imán de Ferrita), el tratamiento 8 (*Citrus l.*, 2 días de exposición e imán de Neodimio) y el tratamiento 9 (*Citrus l.*, 3 días de exposición e imán de Neodimio) Con medias de 76.00,53.00 y 78.00 %. A los 28 (dds) se destacó el tratamiento 1 (*Citrus l.*, 1 día de exposición e imán de Ferrita) Con una media de 37.00 %. A los 35 días (dds) se destacó el tratamiento 5 (*Citrus s.*, 2 días de exposición e imán de Ferrita) Con una media de 35.00%. Y a los 42 días (dds) se destacó el tratamiento 6 (*Citrus s.*, 3 días de exposición e imán de Ferrita) con una media de 28.00% respectivamente como se muestra en la Tabla 32. Corroborando estudios realizados por Abdani Nasir et al., (2018) donde evaluó la germinación de semillas de salvia medicinal, afectada por el ácido giberélico, el campo magnético y la irradiación laser, demostrando que el porcentaje de germinación también se vio afectado significativamente por diferentes tratamientos experimentales, incluidos campos magnéticos M2 (64 %) y M3 (40 %). Los tratamientos GA1 (7.45 m/s), M2 (2.57 m/s), M3 (1.97 m/s) aumentaron significativamente la tasa de germinación, en comparación con el control.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

Después del análisis de los resultados y su discusión se concluye lo siguiente:

- Se analizó los efectos de la exposición de campos magnéticos en las variables número de plantas a la emergencia y porcentaje de germinación, donde los tratamientos 3 (*Citrus l.* 3 días de exposición e imán de Ferrita) y el tratamiento 9 (*Citrus l.*, 3 días de exposición e imán de Neodimio) obtuvieron los valores más representativos. Con medias de 19.00 y 19.50 plantas a la emergencia y un 76.00 y 78.00 % de germinación a los 21 días (dds).
- Se comparó los datos recolectados de la exposición de los campos magnéticos en las dos variedades de cítricos y en el desarrollo de variable altura de plántula, destaco la variedad 1 (*Citrus limonia*) con medias de 1.75, 2.82, 3.51, 4.20 y 4.49 cm, desde los 21 hasta los 49 días, mostrando un aumento significativo en la variable empleada superando a la variedad naranja común (*Citrus sinensis*).
- Se determinó que el mejor tiempo e imán que promueve una mejor producción de plántulas que otros tratamientos y en variables como las que se utilizó en este proyecto fueron: 3 días de exposición e imán de Neodimio,

### 5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso tratamiento T9 (*Citrus limonia*, 3 días de exposición e imán de Neodimio) en el trabajo de injertos debido a que presentaron en su mayoría los mejores rendimientos en las variables estudiadas.
- Se pueden utilizar otras variedades de cítricos (Limones, Naranjas o Mandarinas) para obtener diferentes efectos en las características de las plántulas.
- Utilizar otros tiempos de exposición y fuentes de campos magnéticos, para la comprobación de efectos en las mismas plántulas o en otras variedades de cítricos.

- Controlar la temperatura ambiental, no debería oscilar a mayores de 20 grados, para garantizar una correcta temperatura y el control del crecimiento microbiano.
- Se recomienda que el tipo de suelo empleado deberá contar con un buen drenaje para brindar un buen crecimiento radicular.

## VI. REFERENCIAS

- Abdel Latef et al. (2021). Seguimiento de los efectos de las nanopartículas de ferrita de zinc en el crecimiento de plantas de guisantes (*Pisum sativum* L.), pigmentos, contenido mineral y colonización de micorrizas arbusculares. *MDPI*, 17.
- AC Magnets98. (2024). *Neodimio* 35. 4-10.
- Alvarado. (2002). INIAP Estación Experimental Portoviejo. *Guía Técnica Sobre El Manejo De Los Citricos En Litoral Ecuatoriano*, 1-2. [https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1199/1/INIAP PORTOVIEJO-650.pdf](https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1199/1/INIAP_PORTOVIEJO-650.pdf)
- Avello y Suwalsky. (2006). Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Scielo*, 161-172.
- Comercio, D. E. (26 de 06 de 2023). *El Comercio*. Obtenido de El Comercio: <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/frutas-carchi-ingresan-cadena-supermercados-tia.html>
- Cruz y Forero. (02 de 2021). *Ciencia Unisalle*. Obtenido de Ciencia Unisalle: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1614&context=ing\\_electrica](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1614&context=ing_electrica)
- Francisco Bautista et. al. (2014). El potencial del magnetismo en la clasificación de suelos: una revisión. *Scielo*, 365-376.
- González y Tullo. (2019). *JICA*. Obtenido de JICA: [https://www.jica.go.jp/Resource/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt\\_03.pdf](https://www.jica.go.jp/Resource/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_03.pdf)
- IIICA. (2023). *Las frutas del Carchi ingresan a cadena de supermercado*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/frutas-carchi-ingresan-cadena-supermercados-tia.html>
- INIAP. (2014). *repositorio.iniap*. Obtenido de repositorio.iniap.: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1194/1/iniap-Manual%20T%c3%a9cnico%20No.%20101.pdf>

- Insua et al. (2009). Efecto del agua tratada magnéticamente sobre los procesos biológicos. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 1-24.
- Khade y Avinash. (2018). Efectos del campo magnético a corto plazo sobre la germinación y Crecimiento de plantas. *Revista Internacional de Investigacion de Ciencia e Ingenieria*, 83-88.
- Leones et al. (2021). Effect of pre-germination treatment with direct magnetic field exposure: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Forest Research*, 140(5), 1029-1038. <https://doi.org/10.1007/s10342-021-01400-0>
- Maffei. (2014). Magnetic field effects on plant growth, development, and evolution. *Frontiers in Plant Science*, 5(SEP), 1-15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00445>
- Méndez et al. (2017). Comportamiento del cultivo del limón (*Citrus aurantifolia* Swingle) en «fincas tipo» en Santa Elena, Ecuador. *Idesia (Arica), ahead*, 1-5. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292017005000003>
- Nyakane et al. (2019). Los efectos de los campos magnéticos en el crecimiento de las plantas: Una revisión completa. *Revista Internacional de Ingeniería de Alimentos*, 79-87.
- OEC. (2024). OEC. Obtenido de OEC: <https://oec.world/es/profile/bilateral-product/citrus/reporter/ecu>
- ONU. (17 de 06 de 2019). ONU. Obtenido de ONU: [https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019\\_PressRelease\\_ES.pdf](https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_PressRelease_ES.pdf)
- Radwan et al. (2020). Efectos del agua tratada con imanes de neodimio (NdFeB) sobre el crecimiento características del pimiento (*Capsicum annuum*). *AIMS Biophysics*, 291-307.
- Reyes et al. (2021). Influencia del campo magnético en el suelo y en los cultivos de Rábano (*Raphanus sativus*). *UGCiencia*, 10-16.
- Rivas. (2019). Efectos positivos del campo magnético en plantas cultivadas. *Intropica*, 14(2), 160-170. <https://doi.org/10.21676/23897864.3066>
- Samarah et al. (2021). Efecto del Tratamiento Magnético de Agua o Semillas sobre la Germinación y Productividad de Plantas de Tomate bajo Estrés por Salinidad. *MDPI*, 2-11.

Suárez, D. (2023). *Efecto de campos electromagnéticos inducidos a baja intensidad sobre procesos morfo-fisiológicos y de productividad de Zea mays L. var Porva, como alternativa tecnológica sostenible para la producción agrícola*. [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/14414/TFSC1624\\_BIB310515\\_TFG\\_DOCINADE\\_Suárez-Rivero%2CDevis\\_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/14414/TFSC1624_BIB310515_TFG_DOCINADE_Suárez-Rivero%2CDevis_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Tello. (2018). 11. Magnetismo. 11.1. *Campo magnético Existen*, 82-116. <https://www.ugr.es/~jtorres/t10.pdf>


Valarezo et al. (2014). *INIAP*. Obtenido de INIAP: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1194/1/iniap-Manual%20T%c3%a9cnico%20No.%20101.pdf>

Valdés. (2006). Vitamina C. *Actas Dermo.Sifiliográficas*, 557-568.


Walker, S. M. (2006). *El magnetismo*. Estados Unidos: Lerner Publishing group.Inc.

## VII. ANEXOS

### Anexo 3. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI**



**FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES**

**CARRERA DE AGROPECUARIA**

**ACTA**

**DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

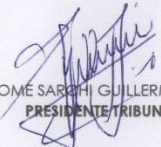
<b>ESTUDIANTE:</b> Portilla Ortiz Cristian Andrés		<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b> 1005085772	
<b>PERIODO ACADÉMICO:</b> 2025 A			
<b>PRESIDENTE TRIBUNAL:</b> MSC. JÁCOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER		<b>DOCENTE TUTOR:</b> MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO	
<b>DOCENTE:</b> MSC. CORONEL MONTESDEOCA NATALY TATIANA			
<b>TEMA DEL TIC:</b> "Evaluación de la exposición de campos magnéticos en la germinación de semilla y los primeros cuarenta y cinco días de desarrollo de dos variedades de cítricos en la parroquia rural El Chical-Carchi"			

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7,83	Argumentar de mejor manera el problema y justificación / Actualizar la redacción del objetivo específico 2
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7,83	Ampliar la información de los antecedentes en el documento / Detallar la unidad de medida de los imanes empleados en la investigación / Citar en base a la normativa APA 7ma. Ed.
3	METODOLOGÍA	7,83	
4	RESULTADOS	7,83	Revisar los grupos en las pruebas de Tukey
5	DISCUSIÓN	7,83	Exponer únicamente las tablas de Tukey que muestren diferencia estadística significativa en los ANOVAS
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7,83	
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,83	
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7,83	Actualizar el formato de las tablas en el documento /


Obteniendo una nota de: **7,83** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

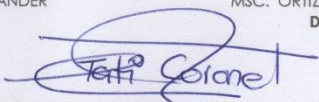
Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **jueves, 6 de marzo de 2025**



MSC. JÁCOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER  
**PRESIDENTE TRIBUNAL**



MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO  
**DOCENTE TUTOR**



MSC. CORONEL MONTESDEOCA NATALY TATIANA  
**DOCENTE**

**Anexo 4.** Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND  
NATIVE LANGUAGES CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
<b>NAME:</b> Cristian Andrés Portilla Ortiz				
<b>DATE:</b> Martes, 25 de marzo de 2025				
<b>Topic:</b> "Evaluación de la exposición de campos magnéticos en la germinación de semilla y los primeros cuarenta y cinco días de desarrollo de dos variedades de cítricos en la parroquia rural El Chical-Carchi"				
<b>MARKS AWARDED</b>		<b>QUANTITATIVE AND QUALITATIVE</b>		
<b>VOCABULARY AND WORD USE</b>	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>WRITING COHESION</b>	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>ARGUMENT</b>	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>CREATIVITY</b>	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>SCIENTIFIC SUSTAINABILITY</b>	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>TOTAL/AVERAGE</b>	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,5: GOOD 5 - 6,5: AVERAGE 3 - 4,5: LIMITED	<b>TOTAL 9</b>		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL  
CARCHI- FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES  
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o  
Investigación.**

**Autor:** Cristian Andrés Portilla Ortiz

**Fecha de recepción del abstract:** Lunes, 24 de marzo de 2025

**Fecha de entrega del informe:** Martes, 25 de marzo de 2025

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

**Observaciones:**

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MA. Martha Viveros  
Docente responsable del  
CIDEN

**Anexo 5. ...Álbum Fotográfico**



**Figura 6.** Secado de semillas de Limón



**Figura 7.** Disposición de imanes y desinfección en agua con alcohol etílico (96%)



**Figura 8.** Días de exposición (primer día, segundo día y tercer día)



**Figura 9.** Recolección de tratamientos y separación en bolsas plásticas



**Figura 10.** Siembra de semillas en las camas y Señalización de tratamientos



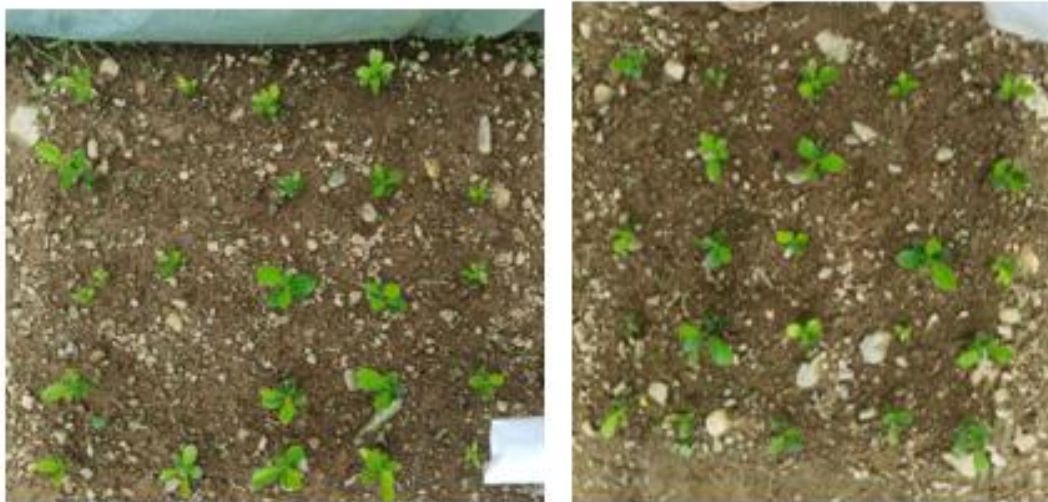
**Figura 11.** Germinación de semillas



**Figura 12.** Desarrollo de plántulas



**Figura 13.** Desarrollo de plántulas



**Figura 14.** Diferentes tratamientos



**Figura 15.** Comparación entre tratamientos



**Figura 16.** Plántulas de naranja y limón



**Figura 17.** Toma de datos, (número de plántulas, diámetro, altura)



**Figura 18.** Extracción y recolección de plántulas



**Figura 19.** Toma de datos (longitud de raíz y volumen de raíz)



**Figura 20.** Plántulas en bolsas de invernadero