



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

---

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE AGUA MAGNETIZADA EN LA PRIMERA FASE DEL DESARROLLO FENOLÓGICO DE AMARANTO (*Amaranthus caudatus*) VARIEDAD SELENAYA SOSULKA, LATACUNGA-COTOPAXI, 2021”**

---

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo

**Autor:**  
Tapia Chiguano Byron Germanico

**Tutor:**  
Parra Gallardo Giovana Paulina Ing. Mg.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Agosto 2021**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Byron Germanico Tapia Chiguano, con cédula de ciudadanía No. 0504009580, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: : “Evaluación del efecto del agua magnetizada en la primera fase del desarrollo fenológico de Amarantho (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka, Latacunga-Cotopaxi, 2021”, siendo la Ingeniera Mg. Giovana Paulina Parra Gallardo, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 12 de agosto del 2021

Byron Germanico Tapia Chiguano  
Estudiante  
CC: 0504009580

Ing. Mg. Giovana Paulina Parra Gallardo  
Docente Tutora  
CC: 1802267037

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **TAPIA CHIGUANO BYRON GERMANICO**, identificado con cédula de ciudadanía **0504009580** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación del efecto del agua magnetizada en la primera fase del desarrollo fenológico de Amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka, Latacunga-Cotopaxi, 2021”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Octubre 2016 - Marzo 2017

Finalización de la carrera: Abril 2021 – Agosto 2021

Aprobación en Consejo Directivo: 20 de mayo del 2021

Tutora: Ing. Mg. Giovana Paulina Parra Gallardo

Tema: “Evaluación del efecto del agua magnetizada en la primera fase del desarrollo fenológico de Amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka, Latacunga-Cotopaxi, 2021”

**CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA. -** Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 12 días del mes de agosto del 2021.

Byron Germanico Tapia Chiguano  
**EL CEDENTE**

Ing. Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez  
**LA CESIONARIA**

## **AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL AGUA MAGNETIZADA EN LA PRIMERA FASE DEL DESARROLLO FENOLÓGICO DE AMARANTO (*Amaranthus caudatus*) VARIEDAD SELENAYA SOSULKA, LATACUNGA-COTOPAXI, 2021”**, de Tapia Chiguanco Byron Germanico, de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 12 de agosto del 2021

Ing. Mg. Giovana Paulina Parra Gallardo

**DOCENTE TUTORA**

CC: 1802267037

## **AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Tapia Chiguano Byron Germanico, con el título del Proyecto de Investigación: “Evaluación del efecto del agua magnetizada en la primera fase del desarrollo fenológico de Amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka, Latacunga-Cotopaxi, 2021”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 12 de agosto del 2021

Lector 1 (Presidente)  
Ing. Mg. Richard Alcides Molina  
CC: 1205974627

Lector 2  
Ing. Mg. Marco Antonio Rivera  
CC: 0501518955

Lector 3  
Ing. Mg. Alexandra Isabel Tapia  
CC: 0502661754

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre pendientes y apoyándome.

Gracias a mi madre María por ser el motor, fuerza y fortaleza de mis sueños, por confiar y creer en mis capacidades, por los consejos, valores y principios que me ha inculcado desde niño.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que forma la Universidad Técnica de Cotopaxi, por confiar en mis expectativas, por abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo/académico dentro de su establecimiento de enseñanza.

Agradezco a mi tutora Ing. Giovana Parra por ayudarme y guiarme con sabiduría durante el proceso de titulación, al proyecto de Granos Andinos e Invernadero Inteligente y a la Fundación Maquita Cusunchi por todo el apoyo brindado.

A mis lectores al Ing. Richard Molina, Ing. Marco Rivera y a la Ing. Alexandra Tapia por su atención prestada y a todos los docentes de la carrera de Ingeniería Agronómica, gracias a ellos se pudo concretar mi formación profesional a partir de sus conocimientos impartidos dentro y fuera de las aulas.

Byron Germanico Tapia Chiguano

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo primeramente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre María Espíritu Chiguano Ayala y a mi novia Vanessa Toapanta por ser los pilares y soportes más importantes y demostrarme siempre su cariño, amor, paciencia, comprensión y apoyo incondicional en todo los momentos.

De la misma manera a mi padre, a pesar de nuestra distancia física, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí, pero siempre llevo presente tus consejos.

A toda mi familia y amigos que siempre me brindaron sus palabras de aliento y ánimo para no decaerme y a mis compañeros/as, ya que sin ese equipo que formamos, no hubiéramos logrado esta meta.

Byron

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO:** “EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL AGUA MAGNETIZADA EN LA PRIMERA FASE DEL DESARROLLO FENOLÓGICO DE AMARANTO (*Amaranthus caudatus*) VARIEDAD SELENAYA SOSULKA, LATACUNGA-COTOPAXI, 2021”.

AUTOR: Tapia Chiguano Byron Germanico

**RESUMEN**

Esta investigación fue realizada en el Centro Académico Experimental Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, la investigación está dentro de los proyectos de Invernadero Inteligente y Granos Andinos; a una altura de 2733 m.s.n.m, el objetivo general fue: Evaluar el efecto del agua magnetizada en la primera fase del desarrollo fenológico de Amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka, como objetivos específicos: Analizar el comportamiento de las propiedades físicos-químicos del suelo y agua al ser sometidos a campos magnéticos. Caracterizar el comportamiento agronómico de las plantas de Amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka con la aplicación del agua magnetizada. Se aplicó un Diseño de Bloques Completos al Azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones obteniendo 16 unidades experimentales. Se aplicó agua magnetizada a 3 intensidades, T1: imán de neodimio de 1000 gauss; T2: 2 imanes uno de neodimio y uno mineral 3000 gauss, T3: imanes 1 imán de neodimio más dos imanes minerales 5000 gauss y un testigo. El resultado del agua después de ser tratada con magnetización muestra que existe variación, cambios en las propiedades químicas a comparación del testigo, se muestra para el tratamiento 1 la dureza 196 mg/l de CaCO<sub>3</sub>, siendo moderadamente dura, pH de 7,97 básico, conductividad eléctrica de 412 rango moderado, alcalinidad de 3,822, TDS mg/l de 207, SO<sub>4</sub> de 24, NO<sub>3</sub> 1,4 y nivel de cloro 0,10. Tratamiento 2 la dureza 166 mg/l de CaCO<sub>3</sub> siendo moderadamente dura, pH de 7,92 básico, conductividad eléctrica de 417 rango moderado, alcalinidad de 3,822, TDS mg/l de 209, SO<sub>4</sub> de 22, NO<sub>3</sub> 1,7 y nivel de cloro 0,10. Tratamiento 3 la dureza 146mg/l de CaCO<sub>3</sub> siendo moderadamente dura, pH de 7,9 básico, conductividad eléctrica de 420 rango moderado, alcalinidad de 2,254, TDS mg/l de 210, SO<sub>4</sub> de 22, NO<sub>3</sub> 1,7 y nivel de cloro 0,10. Tratamiento 4 agua sin magnetizar muestra la dureza de 256 mg/l de CaCO<sub>3</sub> siendo agua dura, pH de 8,02 básico, conductividad eléctrica de 419

rango moderado, alcalinidad de 2,842, TDS mg/l de 210, SO<sub>4</sub> de 21, NO<sub>3</sub> 1,3 y nivel de cloro 0,20. Los resultados del suelo muestran cambios al aplicar riego con magnetización, los parámetros analizados son pH y conductividad eléctrica cambian. Teniendo un pH de suelo inicial de 7,96 y conductividad eléctrica de 0,33. El tratamiento 4 sin magnetización tiene un pH de 8,53 y conductividad eléctrica disminuye a 0,28. El tratamiento 1 un pH de 8,36 y 0,27 conductividad eléctrica, disminuye al aumentar la intensidad magnética. El tratamiento 2 un pH de 8,26 y aumenta a de 0,32 la conductividad eléctrica. El tratamiento 3 un pH de 8.25, en conductividad eléctrica disminuye a 0,29. El efecto del campo magnético en plantas de Amarantho ha sido investigado mediante el riego por goteo, los resultados revelan efectos beneficiosos en las variables agronómicas y seguir evaluando la aplicación de agua magnetizada en diferentes cultivos y etapas fenológicas aplicar la magnetización de agua, realizando previos análisis para evaluar los elementos que variaron, como son: pH y boro.

**Palabras clave:** Agua magnetizada, Intensidades, Imanes, Riego por goteo

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES**

**THEME:** "EVALUATION OF THE EFFECT OF MAGNETIZED WATER ON THE FIRST PHASE OF THE PHENOLOGICAL DEVELOPMENT OF Amaranth (*Amaranthus caudatus*) SELENAYA SOSULKA VARIETY, LATACUNGA-COTOPAXI, 2021".

AUTHOR: Tapia Chiguano Byron Germanico

**ABSTRACT**

This research was carried out at the Salache Academic Experimental Center of the Technical University of Cotopaxi; the research is part of the Intelligent Greenhouse and Andean Grains projects; at an altitude of 2733 m. The general objective was: To evaluate the effect of magnetized water in the first phase of phenological development of Amaranth (*Amaranthus caudatus*) Selenaya Sosulka variety, as specific objectives: To analyze the behavior of the physical-chemical properties of soil and water when subjected to magnetic fields. To characterize the agronomic behavior of Amaranth (*Amaranthus caudatus*) Selenaya Sosulka variety with the application of magnetized water. A Randomized Complete Block Design was applied with 4 treatments and 4 replications, obtaining 16 experimental units. Magnetized water was applied at 3 intensities, T1: 1000 gauss neodymium magnet; T2: 2 magnets one neodymium and one mineral magnet 3000 gauss, T3: 1 neodymium magnet plus two mineral magnets 5000 gauss and a control. The result of the water after being treated with magnetization shows that there is variation, changes in the chemical properties compared to the control. Treatment 1 shows 196 mg/l hardness of CaCO<sub>3</sub>, being moderately hard, pH of 7.97 basic, electrical conductivity of 412 moderate range, alkalinity of 3.822, TDS mg/l of 207, SO<sub>4</sub> of 24, NO<sub>3</sub> 1.4 and chlorine level of 0.10. Treatment 2 hardness 166 mg/l CaCO<sub>3</sub> being moderately hard, pH of 7.92 basic, electrical conductivity of 417 moderate range, alkalinity of 3.822, TDS mg/l of 209, SO<sub>4</sub> of 22, NO<sub>3</sub> 1.7 and chlorine level 0.10. Treatment 3 hardness 146mg/l CaCO<sub>3</sub> being moderately hard, pH of 7.9 basic, electrical conductivity of 420 moderate range, alkalinity of 2.254, TDS mg/l of 210, SO<sub>4</sub> of 22, NO<sub>3</sub> 1.7 and chlorine level 0.10. Treatment 4 unmagnified water shows hardness of 256 mg/l CaCO<sub>3</sub> being hard water, pH of 8.02 basic, electrical conductivity of 419 moderate range, alkalinity of 2.842, TDS mg/l of 210, SO<sub>4</sub> of 21, NO<sub>3</sub> 1.3 and chlorine level 0.20. The soil results show changes

when irrigation with magnetization is applied, the parameters analyzed are pH and electrical conductivity change. Having an initial soil pH of 7.96 and electrical conductivity of 0.33. Treatment 4 without magnetization has a pH of 8.53 and electrical conductivity decreases to 0.28. Treatment 1 a pH of 8.36 and 0.27 electrical conductivity decreases with increasing magnetic intensity. Treatment 2 a pH of 8.26 and electrical conductivity increases to 0.32. Treatment 3 a pH of 8.25, in electrical conductivity decreases to 0.29. The effect of the magnetic field on Amaranth plants has been investigated through drip irrigation, the results reveal beneficial effects on agronomic variables and continue to evaluate the application of magnetized water in different crops and phenological stages apply the magnetization of water, performing previous analysis to evaluate the elements that varied, such as pH and boron.

**Keywords:** Magnetized water, Intensities, Magnets, Drip Irrigation

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	xi
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	xiii
ÍDICE DE TABLAS .....	xviii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xix
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xxi
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. INTRODUCCIÓN .....	2
3. JUSTIFICACIÓN .....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	3
4.1. Beneficiarios directos. ....	3
4.2. Beneficiarios indirectos. ....	3
5. PROBLEMÁTICA.....	4
6. OBJETIVOS.....	5
6.1. Objetivo General. ....	5
6.2. Objetivos Específicos. ....	5
7. ACTIVIDADES POR OBJETIVO.....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA. ....	7
8.1. Amaranto. ....	7
8.2. Descripción morfológica.....	7

8.2.1.	La raíz.....	7
8.2.2.	Tallo. ....	7
8.2.3.	Hojas.....	8
8.2.4.	Inflorescencia. ....	8
8.2.5.	Fruto. ....	8
8.2.6.	Semilla.....	8
8.3.	Fenología y desarrollo del cultivo. ....	8
8.3.1.	Emergencia: (E).....	8
8.3.2.	Fase vegetativa: (V 1n). ....	9
8.3.3.	Fase reproductiva. ....	9
8.3.4.	Inicio de panoja (R1). ....	9
8.3.5.	Panoja (R2). ....	9
8.3.6.	Término de la panoja (R3). ....	9
8.3.7.	Antesis (R4). ....	9
8.4.	Condiciones edafoclimáticas para el desarrollo del cultivo. ....	10
8.4.1.	Precipitación. ....	10
8.4.2.	Suelos. ....	10
8.4.3.	Altitud.....	10
8.4.4.	Temperatura. ....	10
8.5.	Manejo agronómico del cultivo.....	11
8.5.1.	Preparación de suelo y Siembra.....	11
8.5.2.	Fertilización. ....	11
8.5.3.	Riego. ....	11
8.5.4.	Magnetismo. ....	11
8.5.5.	Dureza. ....	12
8.5.6.	Agua. ....	12
8.6.	Tratamiento magnético del agua para la agricultura. ....	12
8.7.	Efectos de la magnetización en las plantas.....	13
8.8.	Efectos sobre el suelo. ....	14
9.	MATERIALES.....	14
9.1.	Materiales Físicos.....	14

9.2.	Materiales Químicos.....	15
9.3.	Materiales Biológicos. ....	15
9.4.	Equipos de Laboratorio.....	15
9.5.	Programas de análisis. ....	15
10.	HIPÓTESIS.....	15
11.	OPERALIZACIÓN DE LAS VARIABLES. ....	16
11.1.	Factores en estudio.....	16
11.1.1.	Factor A:.....	16
11.2.	Variable independiente.....	16
11.3.	Variable dependiente.....	17
12.	METODOLOGÍA.....	18
12.1.	Ubicación del área de estudio .....	18
12.2.	Tipo de investigación. ....	19
12.2.1.	La investigación experimental.....	19
12.2.2.	Investigación descriptiva.....	19
12.3.	Métodos.....	19
12.3.1.	Método científico. ....	19
12.3.2.	Analítico deductivo.....	19
12.4.	Técnicas. ....	19
12.4.1.	Diagnóstico. ....	19
12.4.2.	Observación. ....	19
12.4.3.	Registros de datos.....	20
12.4.4.	Tabulación de datos. ....	20
13.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	20
13.1.	Adeva. ....	20
13.1.1.	Parcela neta. ....	20
13.2.	Factores en estudio.....	20
13.2.1.	Factor A:.....	20
13.3.	Descripción de los tratamientos. ....	21

13.4.	Esquema.....	21
14.	MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	22
14.1.	Preparación de suelo.....	22
14.2.	Delimitación del área de investigación.....	22
14.3.	Densidad de siembra.....	22
14.4.	Riego.....	22
14.5.	Determinación del requerimiento hídrico de la planta.....	22
15.	VARIABLES DE RESPUESTA.....	22
15.1.	Variables agronómicas.....	22
15.2.	Variables de agua y suelo.....	23
16.	DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES.....	23
16.1.	Variables agronómicas.....	23
16.1.1.	Porcentaje de prendimiento.....	23
16.1.2.	Altura de planta (cm).....	23
16.1.3.	Diámetro de tallo (cm).....	23
16.1.4.	Volumen de la raíz (cm <sup>3</sup> ).....	23
16.1.5.	Número de hojas.....	24
16.1.6.	Área foliar (cm <sup>2</sup> ).....	24
16.1.7.	Contenido de Clorofila (CCI).....	24
16.1.8.	Índice de floración (cm).....	24
16.2.	Variables de agua y suelo.....	24
16.3.	Agua.....	24
16.3.1.	pH.....	24
16.3.2.	Dureza del agua.....	25
16.4.	Suelo.....	25
16.4.1.	pH.....	25
16.4.2.	Conductividad eléctrica.....	25
16.5.	Características de los imanes usados para la investigación.....	25
17.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26

17.1.	Análisis del comportamiento químico del agua. ....	28
17.2.	Análisis de suelo con riego sometidos a campos magnéticos y sin magnetización. 33	
17.3.	PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO .....	37
17.4.	ALTURA DE PLANTA (cm).....	39
17.5.	DIÁMETRO DE TALLO (cm).....	42
17.6.	VOLUMEN DE LA RAÍZ (cm <sup>3</sup> ) .....	45
17.7.	ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> ).....	47
17.8.	NÚMERO DE HOJAS.....	49
17.9.	CONTENIDO DE CLOROFILA (CCI) .....	51
17.10.	ÍNDICE DE FLORACIÓN (cm) .....	53
18.	IMPACTOS.....	56
18.1.	Técnicos. ....	56
18.2.	Sociales. ....	56
18.3.	Ambientales.....	56
18.4.	Económicos. ....	56
19.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
19.1.	CONCLUSIONES.....	57
19.2.	RECOMENDACIONES. ....	58
20.	BIBLIOGRAFÍA.....	59
21.	ANEXOS.....	66

## ÍDICE DE TABLAS

Tabla 1: Actividades por objetivo. ....	6
Tabla 2: Clasificación taxonómica. ....	7
Tabla 3: Operalización de variables independientes. ....	16
Tabla 4: Operalización de variables dependientes. ....	17
Tabla 5: Ubicación del área de estudio. ....	18
Tabla 6: Análisis de varianza. ....	20
Tabla 7: Factor de magnetización. ....	21
Tabla 8: Croquis de la distribución de las 16 unidades experimentales. ....	21
Tabla 9: Especificación técnica del imán de Mineral magnet II. ....	26
Tabla 10: Especificación técnica del imán de Neodimio. ....	26
Tabla 11: Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego. ....	27
Tabla 12: Nivel de dureza para agua riego. ....	28
Tabla 13: Características del agua tratada y sin tratar magnéticamente. ....	28
Tabla 14: Análisis de suelos antes y después de aplicar riego sin y con magnetización en diferentes intensidades. ....	34
Tabla 15: Análisis de varianza para porcentaje de prendimiento (%) de amaranto ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) variedad Selenaya Sosulka a los 10 días después del trasplante y bajo riego con magnetización. ....	38
Tabla 16: Análisis de varianza para altura de planta (cm) a los 10, 20, 30, 40, 50 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización. ....	40
Tabla 17: Análisis de varianza para diámetro de tallo (cm) de las plantas a los 10, 15, 20, 25 días después de la germinación bajo riego con magnetización. ....	42
Tabla 18: Análisis de varianza para volumen de raíz (cm <sup>3</sup> ) a los 20, 40 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización. ....	45
Tabla 19: Análisis de varianza para área foliar (cm <sup>2</sup> ) a los 20, 40 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización. ....	47
Tabla 20: Análisis de varianza para número de hojas por planta a los 10, 20, 30, 40, 50 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización. ....	49
Tabla 21: Análisis de varianza para el índice de concentración de clorofila a los 20, 40 y 60 días después de aplicar riego con magnetización. ....	52
Tabla 22: Análisis de varianza para el índice de concentración de clorofila a los 5, 10 y 15 días después de aplicar riego con magnetización. ....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del proyecto de investigación.....	18
Figura 2: Imán mineral magnet II.....	26
Figura 3: Imán de neodimio.....	26
Figura 4: Niveles de pH de agua tratada y sin tratar magnéticamente.....	29
Figura 5: Niveles de conductividad eléctrica de agua tratada y sin tratar magnéticamente. ..	29
Figura 6: Niveles total de sólidos disueltos de agua tratada y sin tratar magnéticamente.....	30
Figura 7: Niveles de bicarbonato en mg/l y meq/l de agua tratada y sin tratar magnéticamente. .....	31
Figura 8: Niveles de alcalinidad de agua tratada y sin tratar magnéticamente.....	32
Figura 9: Niveles de dureza total de agua tratada y sin tratar magnéticamente.....	32
Figura 10: Niveles de sulfato, nitratos y cloro de agua tratada y sin tratar magnéticamente.	33
Figura 11: Niveles de pH de suelo con la aplicación de agua magnetizada, sin magnetizar y suelo inicial del ensayo.....	34
Figura 12: Niveles de absorción de P, K con la aplicación de riego sometido a campos magnéticos, sin magnetización y suelo inicial.....	35
Figura 13: Niveles de absorción de calcio y magnesio luego de aplicar riego con magnetización, riego sin magnetización y suelo inicial. ....	36
Figura 14: Niveles de conductividad eléctrica luego de aplicar el riego con magnetización, sin magnetización y análisis de suelo inicial. ....	37
Figura 15: Promedios de porcentaje de prendimiento (%) de amaranto ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) variedad Selenaya Sosulka a los 10 días después del trasplante bajo riego con magnetización. ....	38
Figura 16: Promedios de porcentaje de prendimiento (%) en la curva de crecimiento de amaranto ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) variedad Selenaya Sosulka a los 10 días después del trasplante bajo riego con magnetización. ....	39
Figura 17: Promedios de altura de plantas de amaranto ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) variedad Selenaya Sosulka a los 10, 20, 30, 40, 50 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización. ....	40
Figura 18: Promedios de altura en la curva de crecimiento en las plantas de amaranto ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) variedad Selenaya Sosulka a los 10, 20, 30, 40, 50 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización. ....	41
Figura 19: Promedios de diámetro de tallo de plantas de amaranto ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) variedad Selenaya Sosulka a los 10, 20, 30, 40, 50 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización.....	43
Figura 20: Promedios de diámetro de tallo en la curva de crecimiento en las plantas de amaranto ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) variedad Selenaya Sosulka a los 10, 20, 30, 40, 50 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización.....	44
Figura 21: Promedios volumen de raíz de plantas de amaranto ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) variedad Selenaya Sosulka a los 20, 40 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización. ....	45

Figura 22: Promedios de volumen de raíz en la curva de crecimiento en la plantas de amaranto ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) variedad Selenaya Sosulka a los 20, 40 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización. ....	46
Figura 23: Promedios área foliar (cm <sup>2</sup> ) de plantas de amaranto ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) variedad Selenaya Sosulka a los 20, 40 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetismo.....	48
Figura 24: Promedios de área foliar en la curva de crecimiento en las plantas de amaranto ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) variedad Selenaya Sosulka a los 20, 40 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización. ....	48
Figura 25: Promedios de número de hojas de plantas de amaranto ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) variedad Selenaya Sosulka a los 10, 20, 30, 40, 50 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización.....	50
Figura 26: Promedios de número de hojas en la curva de crecimiento en las plantas de amaranto ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) variedad Selenaya Sosulka a los 10, 20, 30, 40, 50 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización.....	51
Figura 27: Promedios de contenido de clorofila de plantas de amaranto ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) variedad Selenaya Sosulka a los 20, 40, y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización.....	52
Figura 28: Promedios de contenido de clorofila en la curva de crecimiento en las plantas de amaranto ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) variedad Selenaya Sosulka a los 20, 40 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización. ....	53
Figura 29: Promedios de índice de floración de plantas de amaranto ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) variedad Selenaya Sosulka a los 5, 10, y 15 días después del trasplante bajo riego con magnetización. ....	54
Figura 30: Promedios de índice de floración en la curva de crecimiento en las plantas de amaranto ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) variedad Selenaya Sosulka a los 5, 10 y 15 días después del trasplante bajo riego con magnetización. ....	55

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Resultado del análisis del suelo inicial, con y sin tratamiento magnético. ....	66
Anexo 2: Hoja de vida de la tutora.....	71
Anexo 3: Resultados del análisis de agua con y sin tratamiento magnético al terminar la investigación. ....	72
Anexo 4: Actividades preparación de suelo y llenado de fundas para realizar la investigación. ....	73
Anexo 5: Siembra en bandejas y trasplante en las fundas en el lugar del ensayo experimental. ....	74
Anexo 6: Colocación de letreros para las unidades experimentales con su respectiva rotulación.....	75
Anexo 7: Equipo de magnetización (imanes en las respectivas tuberías para cada tratamiento). ....	75
Anexo 8: Riego por goteo aplicado para cada tratamiento. ....	76
Anexo 9: Medición de las variables agronómicas. ....	76
Anexo 10: Materiales utilizados para medir las variables del ensayo experimental.....	77
Anexo 11: Crecimiento de la planta de amaranto. ....	78
Anexo 12: Porcentaje de prendimiento.....	79
Anexo 13: Altura de planta. ....	79
Anexo 14: Diámetro de tallo. ....	80
Anexo 15: Volumen de raíz. ....	80
Anexo 16: Área foliar.....	81
Anexo 17: Número de hojas.....	81
Anexo 18: Contenido de clorofila. ....	82
Anexo 19: Índice de floración.....	82

## 1. INFORMACIÓN GENERAL.

### **Título**

“Evaluación del efecto del agua magnetizada en la primera fase del desarrollo fenológico de Amarantho (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka, Latacunga-Cotopaxi, 2021”.

**Fecha de inicio:** Abril 2021.

**Fecha de finalización:** Agosto 2021.

### **Lugar de ejecución.**

Universidad Técnica de Cotopaxi, Proyecto Granos Andinos e Invernadero Inteligente-Salache-Latacunga-Cotopaxi.

### **Institución que auspicia.**

Universidad Técnica de Cotopaxi.

### **Facultad académica que auspicia.**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

### **Carrera que auspicia.**

Carrera de Ingeniería Agronómica.

### **Proyecto de investigación vinculado:**

**Proyecto de Granos Andinos:** Fortalecimiento de los sistemas productivos en comunidades de la provincia de Cotopaxi a través de la generación de tecnologías para la producción y procesamiento de granos andinos (chocho, quinua y amaranto).

Proyecto de Granos Andinos.

### **Nombre del investigador.**

**Autor:** Byron Germanico Tapia Chiguano

CC. 0504009580

**Correo electrónico:** byron.tapia9580@utc.edu.ec

### **Nombres del equipo de investigación.**

**Tutora:** Ing. Mg. Giovana Paulina Parra Gallardo

**Lector 1:** Ing. Mg. Richard Alcides Molina Álvarez

**Lector 2:** Ing. Mg. Marco Antonio Rivera Moreno

**Lector 3:** Ing. Mg. Alexandra Isabel Tapia Borja

## 2. INTRODUCCIÓN

El cultivo de amaranto originario de América y conocido en Ecuador como ataco, sangorache o quinua de castilla, ha sido desplazado de los campos de cultivo, hasta casi desaparecer como especie alimenticia, cuando los españoles llegaron al continente americano, encontraron al amaranto, junto con el maíz y la quinua, como los principales granos alimenticios de las poblaciones nativas. En la actualidad el amaranto no es cultivado en las comunidades ecuatorianas, por falta de conocimiento sobre el cultivo y su valor nutricional y la escasez de semilla, ha influenciado para que el agricultor no lo vea como un cultivo alternativo, dándole poca importancia. El 70% de la superficie mundial está cubierto por agua, pero el 97,5% de esta, se encuentra en mares y océanos, es decir, es agua salada, la mayor concentración de agua dulce se encuentra congelada en los casquetes polares (2,0%) y en el agua subterránea almacenada hasta los 1.000 m de profundidad (0,5%) superando el agua fácilmente accesible de lagos y ríos del mundo.

En la Provincia de Cotopaxi, nace un importante afluente como es el Río Cutuchi, según estudios realizados desde 2002 por el ex Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), ahora Secretaría Nacional de Agua (SENAGUA), el Instituto Nacional del Riego de Cotopaxi y otras entidades demuestran que el Cutuchi es un río “muerto” por los altos niveles de contaminación.

El canal de riego tiene 36 xix kilómetros y conduce 4 500 litros por segundo. 17 000 familias lo usan para irrigar 7 500 hectáreas de cultivos de hortalizas y legumbres en Tungurahua y Cotopaxi. Diariamente, 1,8 toneladas de escombros y basura se arrojan al río. La mayoría proviene de las 41 industrias metalúrgicas, curtiembres, molineras, talleres, aglomerados, floricultoras, ubicadas cerca del afluente. Estudios realizados por el Instituto Nacional de Riego demuestran que el agua contiene bacterias coliformes, cromo, plomo, permanganato de potasio, hierro, pesticidas, grasas y otros productos que pueden ocasionar cáncer al estómago, páncreas, hígado y colon. Las aguas del río Cutuchi, luego que pasan la zona urbana de la Ciudad de Latacunga son captadas por el sistema de riego: Latacunga–Salcedo–Ambato, la mala calidad de las aguas es un problema muy serio ya que son utilizadas por los agricultores en el cultivo de diversos productos agrícolas, tanto para consumirlos o para ser comercializados en los mercados del centro del país. (Chiliquinga & Taipe, 2009)

### **3. JUSTIFICACIÓN.**

El amaranto posee cualidades nutricionales y que puede ser utilizada la planta de diferentes formas: como forraje para nutrición animal, el grano en la elaboración de concentrados para consumo humano y animal y los rastrojos como materia orgánica para ser incorporados al suelo. Se consideró importante iniciar este trabajo de investigación para conocer el comportamiento del cultivo en condiciones agroclimáticas distintas. La adaptación de nuevas variedades permitirá contar con alternativas de cultivo para los productores, lo que favorece a la nutrición y a la producción más sustentable.

Según la (FAO, 2015) la agricultura es la actividad que más demanda de agua dulce tiene, representado alrededor de 69% de toda la extracción, el uso doméstico alcanza el 10% y la industria el 21%, existe una gran preocupación por el alto desperdicio del agua que se presenta en los diferentes sectores económicos y sociales que la utilizan, según (Carbonell et al., 2003) el uso de campos magnéticos se han estudiado y ejecutado en el sector agrario, mostrando resultados positivos, en cuanto a la germinación, crecimiento y rendimiento productivo en diferentes cultivo. El sector agrícola tiene presenta grandes desafíos para producir más alimentos, estudiando métodos sencillos que permitan aumentar el rendimiento de cultivos por unidad de área, usando opciones ecológicas que brinden a la agricultura ventajas aumentar los rendimientos de producción y la conservación de recursos naturales (FAO, 2015). Esta propuesta de investigación está enfocada al evaluar el efecto de agua magnetizada en plantas de amaranto en la etapa fenológica de crecimiento mediante la reducción de la dureza mediante un proceso de magnetización del agua obtenida del canal Latacunga- Salcedo- Ambato para ser utilizada para riego en el Campus Experimental Académico Salache.

### **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.**

#### **4.1. Beneficiarios directos.**

Los beneficiarios directos del proyecto de agua magnetizada serán los agricultores que cultivan amaranto, la comunidad de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

#### **4.2. Beneficiarios indirectos.**

Los beneficiarios indirectos de este proyecto son todos los agricultores de la provincia de Cotopaxi y de todo el Ecuador.

## 5. PROBLEMÁTICA.

El interés mundial por el Amaranto es muy reciente, debido a su amplia adaptación incluso en ambientes desfavorables y por su excelente calidad nutritiva es una fuente rica en proteínas, lípidos, minerales y vitaminas (A, B1, B2, B3) contiene lisina que es uno de los aminoácidos más importantes para una buena nutrición, el grano de amaranto posee aproximadamente un 16% de proteína más alto que otros cereales tradicionales como el maíz con 9.33%, el arroz 8.77%, y el trigo con 14.84%, sin embargo su importancia no radica en la cantidad sino en la calidad de la misma con un excelente balance de aminoácidos. En función de obtener mayor productividad para que contribuyan a mejorar la alimentación humana y dar a conocer propiedades nutricionales del amaranto la presente investigación tiene como objetivo la aplicación del agua magnetizada para la obtención de datos en todo el proceso vegetativo. Estudios realizados por el INIAP y CIP han demostrado que existe una agricultura dependiente de productos químicos y plaguicidas, que provoca el deterioro de la salud humana.. Esto ha causado que el 48% de los suelos del país sufran algún grado de erosión ocasionando impactos negativos como baja productividad, el detrimento de la seguridad y soberanía agroalimentaria.

La provincia de Cotopaxi en los últimos años se ha visto afectaciones sensibles al suelo y a los diversos cultivos debido a la mala calidad del agua, la provincia de Cotopaxi en los próximos años extenderá a 161 000 hectáreas de superficie regada, esta provincia posee canales de riego que abastecen de este recurso a varios lugares, el Campus Experimental Académico Salache utiliza el agua del canal Latacunga-Salcedo-Ambato en la actividad agrícola-pecuaria, sin un previo análisis de la misma, está a través de todo el recorrido va acarreado múltiples elementos químicos que le dan propiedades fisicoquímicas negativas como salinidad y la dureza (Rodríguez Zamora., 2009), en diferentes análisis de agua realizado por (Chiliquinga & Taipe, 2009) muestran que esta agua posee una dureza promedio de 298mg/l y en análisis realizados en el año 2019 por (Chicaiza, 2019) se muestra que el agua presenta una dureza de 308,8 mg/l catalogándola como muy dura para ser usada para la agricultura, el principal problema producido por el riego continuo, es la acumulación de sales en las capas superiores del suelo, lo que dificulta o impide el crecimiento de las plantas causando diferentes limitaciones como la absorción de nutrientes esenciales para la nutrición de las plantas, el exceso de sales minerales causan toxicidad, la formación de incrustaciones causan un desequilibrio de propiedades físico químicas del suelo (aireación y la permeabilidad,

pH, conductividad eléctrica, tensión superficial ) disminuyendo los rendimientos de producción de los cultivos.

## **6. OBJETIVOS.**

### **6.1.Objetivo General.**

- Evaluar el efecto del agua magnetizada en la primera fase del desarrollo fenológico de Amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka, Latacunga-Cotopaxi, 2021.

### **6.2.Objetivos Específicos.**

- Analizar el comportamiento de las propiedades físicos-químicos del suelo y agua al ser sometidos a campos magnéticos.
- Caracterizar el comportamiento agronómico de las plantas de Amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka con la aplicación del agua magnetizada.

## 7. ACTIVIDADES POR OBJETIVO.

**Tabla 1:** Actividades por objetivo.

<b>OBJETIVO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>
1. Analizar el comportamiento de las propiedades físicas-químicas del suelo y agua al ser sometidos a campos magnéticos.	-Tomas de muestras al final de ensayo  -Analizar los cambios en las variables de pH, absorción de nutrientes.	-Muestras enviadas al laboratorio  -Análisis interpretados.	-Fotografías -Libro de campo. -Laboratorio
2. Caracterizar el comportamiento agronómico de las plantas de Amaranto ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) variedad Selenaya Sosulka con la aplicación del agua magnetizada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Trasplante</li> <li>✓ Riego</li> <li>✓ Medición de las variables agronómicas .</li> </ul> -Días de trasplante -Altura de planta. -Diámetro de tallo. -Longitud de la raíz. -Número de hojas -Área foliar -Contenido de clorofila -Índice de floración	-Registro de las variables  -Mostrar las variaciones entre agua magnetizada y sin magnetizar	-Libro de campo -Fotografías

Elaborado por: Tapia, B. 2021

## 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA.

### 8.1.Amaranto.

Según (Bastidas., 2017) el amaranto es un cultivo originario de Sudamérica, este cultivo se le sigue cultivando en países como Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina en zonas que van desde el nivel del mar hasta los 3000 msnm, según (Saavedra, 2013) posee una gran diversidad por el color, semilla, precocidad, contenido proteico y resistencia a plagas y enfermedades.

**Tabla 2:** Clasificación taxonómica.

<b>Reino:</b>	Vegetal
<b>División:</b>	Fanerógamas
<b>Tipo:</b>	Embryophyta siphonogama
<b>Subtipo:</b>	Angiospermas
<b>Clase:</b>	Dicotiledoneae
<b>Subclase:</b>	Archyclamideae
<b>Orden:</b>	Centrospermales
<b>Familia:</b>	Amaranthaceae
<b>Género:</b>	<i>Amaranthus</i>
<b>Especies:</b>	<i>caudatus</i>

**Fuente:** (Mujica & Quillahuamán, 1997)

### 8.2.Descripción morfológica.

#### 8.2.1. La raíz.

Es pivotante con exuberante ramificación y varias raicillas delgadas, que se extienden rápidamente después que el tallo comienza a ramificarse, facilitando la absorción de agua y nutrientes (Chagaray, 2005), la raíz principal le permite a la planta mantenerse estable en el suelo.” (Grandes, 2015).

#### 8.2.2. Tallo.

Tallo es anguloso y en forma de cilindro, posee gruesas estrías longitudinales que le dan una apariencia acanalada y llega alcanzar de 0,4 a 3 m de longitud” (Vibrans, 2008), el grosor disminuye desde la base al ápice, muestra varias coloraciones que coincide con el color de las

hojas, a veces se observa estrías de diferentes colores (Vibrans, 2008), también presenta ramificaciones que va desde la base o a media altura y que se producen de las axilas de las hojas (Vibrans, 2008), la cantidad de ramificaciones es dependiente de la densidad de población en la que se esté el cultivo. (Jiménez, 2017)

### **8.2.3. Hojas.**

Se muestran hojas pecioladas, de forma ovalada y sin estípulas, elíptica (Vibrans, 2008) opuesta o alterna con nervaduras prominentes en el envés, lisas o poco pubescentes de color verde o púrpura el tamaño se reduce de la base al ápice, exhibiendo el borde entero, de tamaño varía de 6,5-15 cm. (Zuñiga., 2015)

### **8.2.4. Inflorescencia.**

La inflorescencia del amaranto les concierne a panojas amarantiformes o glomeruladas espesas o laxas; el eje medio de la inflorescencia lleva grupos de inflorescencias (dicasios), denominados generalmente glomérulos. (Saavedra, 2013)

### **8.2.5. Fruto.**

El fruto es una pequeña capsula que botánicamente le pertenece a un pixidio unilocular, la que a la madurez se abre transversalmente, dejando caer la parte superior llamada opérculo, para colocar al descubierto la menor denominada urna, donde se localiza la semilla. (Villacrés, 2016)

### **8.2.6. Semilla.**

La semilla es pequeña que llega a medir desde 1 a 1,5 mm de diámetro, el grano tiene de 1000 a 3000 semillas, es ligeramente aplanada, tiene colores como blanco amarillentos, dorados, rojos, rosados, púrpuras, y negros. La planta del amaranto puede producir más de 50000 semillas, incluso otras producen de 115000 hasta 200000 semillas, de estos valores solo una parte llega al suelo germinan y dan plantas adultas (Jiménez, 2017).

## **8.3. Fenología y desarrollo del cultivo.**

### **8.3.1. Emergencia: (E).**

Es la fase en la cual las plántulas emergen del suelo y muestran sus dos cotiledones extendidos y en el surco se observa por lo menos un 50% de población en este estado. Las

hojas verdaderas que están sobre los cotiledones indican un tamaño inferior a 2 cm de largo. Este periodo puede extenderse de 8 a 21 días dependiendo la variabilidad de las condiciones agroclimáticas”. (Illescas, 2017)

### **8.3.2. Fase vegetativa: (V 1n).**

Estas se determinan contando el número de nudos en el tallo principal donde las hojas se encuentran expandidas por lo menos 2 cm de largo” (Chagaray, 2005). El primer nudo corresponde al estado V1 el segundo es V2 y así sucesivamente, a medida que las hojas basales caen la cicatriz marcada en el tallo principal se utiliza para estimar el nudo que le corresponda. La planta comienza a ramificarse en estado V4. (FAO, 2019)

### **8.3.3. Fase reproductiva.**

Según (Illescas, 2017) la etapa reproductiva se clasifican sistemáticamente en 3.

### **8.3.4. Inicio de panoja (R1).**

El ápice de la inflorescencia es visto desde el extremo del tallo. Este estado se mira a partir 50 y 70 días posteriores de la siembra.

### **8.3.5. Panoja (R2).**

La panoja muestra al menos 2 cm de largo (Mujica & Quillahuamán, 1997).

### **8.3.6. Término de la panoja (R3).**

La panoja mide por lo menos 5 cm de largo. Si ya ha comenzado la antesis, cuando la etapa ya se ha logrado, la planta debería ser clasificada en el período siguiente. (Mujica & Quillahuamán, 1997)

### **8.3.7. Antesis (R4).**

Siquiera una flor está abierta y se indica que los estambres están apartados y el estigma se muestra visible por completo. Las flores hermafroditas, se abren primero y por lo general la antesis comienza desde el punto medio del eje central hacia las ramificaciones laterales de la panoja (Chagaray, 2005). Existe sensibilidad en esta etapa a las heladas y al estrés hídrico (FAO, 2019). Este período puede ser dividido en sub períodos, de acuerdo a la cantidad de flores del que se encuentran en el eje medio de la panoja que, finalizado la antesis, la etapa sería en R4.2 con el 50%. (Montellano, 2014) La floración debe observarse a medio día ya

que en horas de la mañana y al atardecer las flores se encuentran cerradas; durante esta etapa las hojas más viejas y de menor eficiencia fotosintética comienzan a caer.(Huillca, 2013)

#### **8.4.Condiciones edafoclimáticas para el desarrollo del cultivo.**

##### **8.4.1. Precipitación.**

El amaranto se desarrolla con normalidad con precipitaciones que varía de 400 – 2000 mm de precipitación anual, este cultivo tiene la capacidad de resistir adecuadamente períodos de déficit hídrico (Illescas, 2017). En pruebas de adaptación realizadas en diferentes localidades y años, se encontró que esta variedad no es exigente en humedad; se considera que con 400 a 600 mm de precipitación anual se logra obtener cultivos rentables, sin embargo, las épocas fisiológicas críticas de requerimiento de humedad son en la siembra, el apareamiento de las dos primeras hojas verdaderas, entre la panoja miento y la floración y, durante la formación de granos.

##### **8.4.2. Suelos.**

Los suelos para el cultivar Amaranto y generar un rendimiento eficiente deben poseer una textura franca, con buen contenido de materia orgánica, con un pH que va desde 5,5 a 7, (Jiménez, 2017) se han descubierto genotipos que toleran suelos alcalinos hasta de 8.5 pH, (B. Casa, 2014) con buena capacidad de drenaje, en suelos arcillosos el cultivo es afectado por la baja capacidad de drenaje. (Jiménez, 2017), el suelo debe contener una amplia variedad de nutrientes (C. Casa, 2017)

##### **8.4.3. Altitud.**

El cultivo de Amaranto se adapta desde el nivel del mar hasta los 2800 m.s.n.m. (Saavedra, 2013), las altitudes más aptas para el cultivo estarían situadas entre 2000 y los 2600 m.s.n.m. En localidades donde no existe la presencia de heladas se puede sembrar a mayor altitud, no se recomienda la siembra en lugares con una altitud superior a los 3200 m.s.n.m., puesto que puede ser afectada por las bajas temperaturas. (Illescas, 2017).

##### **8.4.4. Temperatura.**

El amaranto tolera bajas temperaturas, pero no soporta las heladas. Se ha encontrado especies que soportan hasta 4°C. Y su rango de temperaturas ideal es de 21 a 28°C, también se desarrolla a altas temperaturas que van desde 35 a 40°C. (C. Casa, 2017)

## **8.5. Manejo agronómico del cultivo.**

### **8.5.1. Preparación de suelo y Siembra.**

Dependiendo del suelo y de las condiciones de debe realizar labores de arado, rastrado y surcado, se deben eliminar la maleza ya que el amaranto no compite con plantas arvenses. (Peralta, 2010), para realizar la siembra se necesita alrededor de 6 a 8kg por hectárea se semilla de amaranto, la distancia entre surco debe ser de 60 a 70 cm, la siembra debe realizar por chorro continuo o por golpe 20 cm de distancia entre planta colocando 20 semillas por golpe y colocando de 1 a 3 cm de suelo suelto. (Bastidas., 2017)

### **8.5.2. Fertilización.**

Se debe comenzar realizando un análisis químico de suelo, y si no se dispone se recomienda realizar un fertilización general de 10-60-20 kg/ha N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O y de 2 a 5 ton/a de materia orgánica (Peralta, 2010)

### **8.5.3. Riego.**

El cultivo de amaranto temporada de secano. En áreas con disponibilidad de riego, se debe regar por gravedad o por aspersión, la demanda bruta (gasto) del agua no debe ser abundante y se debe distribuir simultáneamente en varios surcos.

El número y frecuencia de riegos cambia dependiendo con el tipo de suelo y las condiciones climáticas. En temporada de verano puede ser obligatorio regar cada 30 días, con énfasis al proceso de floración y llenado de grano. (Zuñiga., 2015)

### **8.5.4. Magnetismo.**

El magnetismo es un fenómeno físico estrechamente ligado a la electricidad (Albys E. Ferrer Dubois, 2019) en la tierra el magnetismo varia de 0,4 a 0,6 mt (Milíteselas), la variación depende de la altitud, época del año y actividad solar(Córdova, 2011), por lo que los materiales ejercen fuerzas de atracción o repulsión a otros materiales.(Quiala, 2010).

Se ha descubierto que las células de varios microorganismos contienen de 0,5 a 2 % de magnetita, la cual es usada para la orientación en sus movimientos. (Córdova, 2011)

### **8.5.5. Dureza.**

El agua dura es la que contiene un alto nivel de minerales y posee cantidades variables de compuestos, en particular sales de magnesio y calcio. Son las causantes de la dureza del agua, y el grado de dureza es directamente proporcional a la concentración de estas sales. (Rodríguez Zamora., 2009)

### **8.5.6. Agua.**

El agua es una fuente crucial para que exista vida en la tierra, anualmente se requieren de grandes cantidades de agua que son destinadas a la agricultura. (Yadollahpour, 2014)

## **8.6. Tratamiento magnético del agua para la agricultura.**

El agua está comprendida de muchas moléculas que están débilmente atraídas, esta forma suelta y caótica de atracción predispone el agua a las toxinas y los contaminantes adherirse dentro del racimo de la molécula de agua. (Yadollahpour, 2014) el agua magnetizada es sometida a un campo magnético procedente de imanes permanentes (Guerra, 2016) este proceso se basa en magnetos de hidrodinámica (Quiala, 2010); el agua pasa través del campo magnético y las partículas se cargan con energía y se reestructura las moléculas de agua (Yadollahpour, 2014) provocando alteraciones en la estructura atómica y molecular y electrónicos (Teixeira da Silva, 2014)

El agua magnetizada tiene una estructura hexagonal por lo que puede entrar fácilmente en los pasajes en las membranas celulares vegetales (Yadollahpour, 2014), el agua magnetizada difiere directamente el equilibrio de carbonato en el agua donde comienza la formación de partículas de carbonato de calcio dentro de una solución. (Yadollahpour, 2014).

La magnetización del agua es un compuesto bio-amigable para las células vegetales, se utiliza para elevar el rendimiento del cultivo e inducir la germinación de semillas. (Yadollahpour, 2014).

En particular, el tratamiento magnético aumentó respectivamente el rendimiento en apio por 12% y 23%, para los guisantes de nieve, había 7,8%, 5,9% y 6,0% de aumento en el rendimiento de vainas con agua tratada magnéticamente. (Yadollahpour, 2014).

La altura de plantas de tomate cultivadas con tratamientos magnéticos (semillas o agua de riego) los análisis muestran que el porcentaje de fósforo se elevó, mientras tanto, el

porcentaje de azufre bajo y el porcentaje de sodio no se vio afectada en hojas de plantas producidas a partir de tratamientos magnetizados (Abou El-Yazied, 2012).

Según las experiencias sobre el campo magnético indican que disminuye el tiempo de germinación de semillas de varias especies, eleva la rapidez en el desarrollo, incrementa el vigor de los varios cultivos, aumenta la producción, mejora la calidad de los frutos y reduce la demanda bruta de agua que es usada para riego, mayor efectividad en la absorción de los nutrientes y se reduce el proceso de evapotranspiración en los cultivos. (Díaz J., 2004).

### **8.7. Efectos de la magnetización en las plantas.**

Según (Flórez, 2002) (Galland, 2005) muestran que las plantas responden de forma distinta ante estímulos magnéticos.

La acción con los campos magnéticos está conectada con el incremento en la síntesis de ATP-Asa y oxidasa consiguiendo así un mejor funcionamiento y estabilización de la bomba de sodio, estimula la síntesis de ADN en la fase “S” de reproducción celular. (Quiala, 2010)

El efecto que produce el campo magnético en las plantas se le atribuye diferentes mecanismos, como el aumento de la actividad enzimática y el incremento de la eficiencia de los procesos relacionados con la división celular. (Heredia., 2009)

Varios investigadores aseguran que esto se debe a cambios que se producen en la “permeabilidad de las membranas y en la delicadeza de los mecanismos de transporte a través de las mismas, ya que muchos de los iones se involucran en los procesos bio-eléctricos son transportados muy eficientemente en presencia de un campo electromagnético” (Heredia., 2009)

Los campos magnéticos aumentan la energía que contienen los cloroplastos ya que tienen propiedades paramagnéticas. Esto estimula que los átomos de los cloroplastos se ordenen en dirección al campo magnético externo lo que produce la aceleración del metabolismo y la germinación por almacenamiento de energía, (Moussa, 2011)

Mientras que destacan la influencia de campos magnéticos a nivel celular, donde ocurre un aumento de la permeabilidad de la membrana plasmática y transformaciones de células apicales dependiendo de la intensidad del campo magnético.

### **8.8. Efectos sobre el suelo.**

Los campos magnéticos inducen y aceleran la acción de los microorganismos benéficos del suelo; recuperando suelos que son impresionantemente causados por la excesiva cantidad de sales, mediante procesos químicos y biológicos. Además se usó para prolongar la descomposición mineral de distintas materias orgánicas (Zuñiga., 2015)

Cuando el agua atraviesa un campo magnético con una densidad de flujo y velocidad determinados, existen cambios en diferentes parámetros en el líquido como pH, tensión superficial, solubilidad, conductividad eléctrica (Mamani, 2017)

Los cambios aumentan la capacidad de absorción de nutrientes por la planta, mejorando así su rendimiento productivo (Mamani, 2017)

El agua tratada con imanes, destapa y rompe el suelo compactado dando a las raíces libertad de crecer y de absorber los nutrientes más rápidamente, pues por el principio del magneto hidrodinámico se reduce la tensión superficial del agua, creando más solubilidad y penetración lo que estimula a las raíces de las plantas (Mamani, 2017)

## **9. MATERIALES.**

### **9.1. Materiales Físicos.**

- Fundas plásticas de vivero
- Eco bonaza
- Imanes magnetizadores
- Flexómetro
- Calibrador pie de rey
- Bomba de fumigar
- Libro de campo
- Cintas de goteo
- Alambre
- Tubos PVC
- Manguera de  $\frac{3}{4}$  y  $\frac{1}{2}$
- Medidor de clorofila CCM-200 plus
- Probetas
- Pedazos de madera y triplex

## **9.2. Materiales Químicos.**

- Insecticidas
- Funguicidas

## **9.3. Materiales Biológicos.**

- Semillas de Amaranto

## **9.4. Equipos de Laboratorio.**

- Balanza digital
- Calibrador

## **9.5. Programas de análisis.**

- Excel
- Programa estadístico Infostat

## **10. HIPÓTESIS.**

**H.0.:** La magnetización no producirá cambios en los parámetros físico-químicos de agua y suelo.

**H.1.:** La magnetización producirá cambios en los parámetros físicos-químicos de agua y suelo.

**H.0.:** El agua magnetizada no producirá efectos en las plantas de *Amaranto* (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka en la primera fase de desarrollo fenológico.

**H.1.:** El agua magnetizada si producirá efectos en las plantas de *Amaranto* (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka en la primera fase de desarrollo fenológico.

## 11. OPERALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

### 11.1. Factores en estudio.

#### 11.1.1. Factor A:

Intensidades de Agua Magnetizada.

1. Intensidad 1000 Gauss
2. Intensidad 3000 Gauss
3. Intensidad 5000 Gauss

### 11.2. Variable independiente.

**Tabla 3:** Operalización de variables independientes.

<b>INDICADOR</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>INTRUMENTO TECNOLÓGICO</b>	<b>INTRUMENTO METODOLÓGICO</b>	<b>TÉCNICA</b>
Campos magnéticos (1000)	Gauss	Imán	Libro de campo	Medición
Campos magnéticos (3000)	Gauss	Imán	Libro de campo	Medición
Campos magnéticos (5000)	Gauss	Imán	Libro de campo	Medición

**Elaborado por:** Tapia, B. 2021

### 11.3. Variable dependiente.

**Tabla 4:** Operalización de variables dependientes.

<b>INDICADOR</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>INTRUMENTO</b>	<b>INTRUMENTO METODOLÓGICO</b>	<b>TÉCNICA</b>
Prendimiento	%	Visual	Trasplante	Tabulación de datos en Excel
Altura de planta	cm	Flexómetro	Libro de campo	Tabulación de datos en Excel
Diámetro de tallo	cm	Calibrador pie de rey	Libro de campo	Tabulación de datos en Excel
Volumen de raíz	cm <sup>3</sup>	Probetas	Libro de campo	Tabulación de datos en Excel
Número de hojas	Conteo	Palpación	Libro de campo	Tabulación de datos en Excel
Área foliar	cm <sup>2</sup>	Cálculo empírico IAF	Libro de campo	Tabulación de datos en Excel
Medición de clorofila	CCI	Equipo de medición el CCM-200 plus	Libro de campo	Tabulación de datos en Excel
Índice de floración	cm	Flexómetro	Libro de campo	Tabulación de datos en Excel
<b>AGUA</b>				
pH	Indicadores	Peachimetro	Medidas de pH	Método potenciómetro
Dureza del agua	Grados hidrométricos	Ppm	Análisis de agua	Interpretación
<b>SUELO</b>				
Conductividad eléctrica del suelo	dS/m	Sonda Martek-SCT	Análisis de suelo	Interpretación

Elaborado por: Tapia, B. 2021

## 12. METODOLOGÍA.

### 12.1. Ubicación del área de estudio

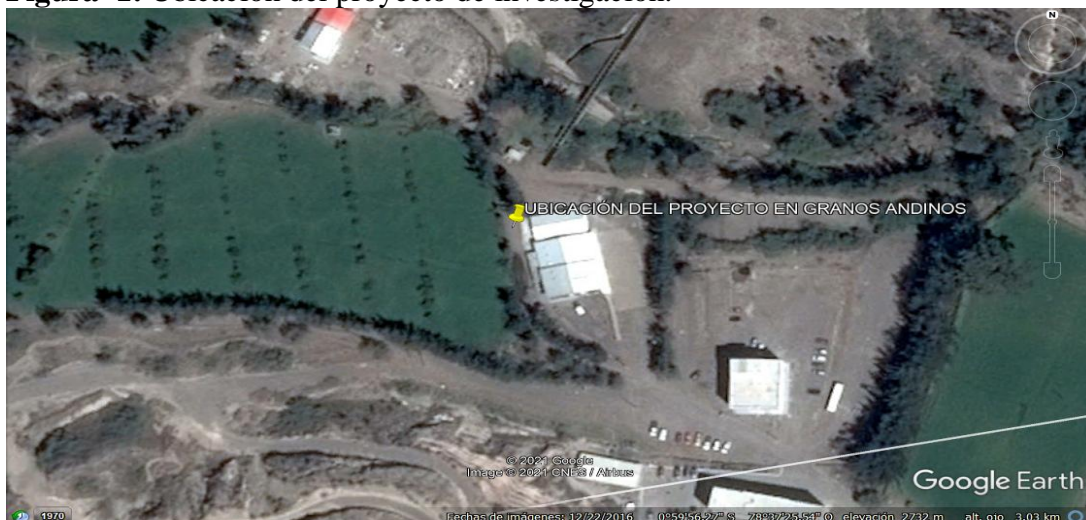
La investigación se realizó Centro Experimental Académico Salache (CEASA). La investigación está junto a las instalaciones del proyecto de Granos Andinos. Como se detalla en la tabla número

**Tabla 5:** Ubicación del área de estudio

<b>Ubicación Política</b>	
<b>Provincia</b>	Cotopaxi
<b>Cantón</b>	Latacunga
<b>Parroquia</b>	Salache
<b>Sector</b>	CEASA
<b>Ubicación Geográfica</b>	
<b>Latitud</b>	0°59'55,95"S
<b>Longitud</b>	78° 37'25,42" O"
<b>Altitud</b>	2733 m.s.n.m.
<b>Características Agroclimáticas del lugar</b>	
<b>Temperatura media mensual:</b>	15°C
<b>Temperatura máxima mensual:</b>	25° C
<b>Temperatura mínima mensual:</b>	11°C
<b>Precipitación anual:</b>	0 mm
<b>Humedad relativa:</b>	71 %

**Fuente:** Carrera de Ingeniería Eléctrica, (2019) adaptado por Tapia, B. 2020

**Figura 1:** Ubicación del proyecto de investigación.



**Fuente:** Google Earth Pro

## **12.2. Tipo de investigación.**

### **12.2.1. La investigación experimental.**

Se aplicó este tipo de investigación ya que consiste en la manipulación de una (o más) concentraciones experimentales no comprobada, en condiciones no controladas, con el fin de describir el efecto que causa las dimensiones de los niveles de gauss en el cultivo Amaranto variedad “Selenaya Sosulka”.

### **12.2.2. Investigación descriptiva.**

Se realizó métodos destructivos en los diferentes factores en estudio, con características fundamentales al presentar una interpretación correcta.

## **12.3. Métodos.**

### **12.3.1. Método científico.**

El método científico se basó en la investigación; ya que en este proyecto que se investigó la obtención de resultados según las hipótesis planteadas.

### **12.3.2. Analítico deductivo.**

Nos ayudó a observar las causas, la naturaleza y los efectos con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento basándonos y conociendo el objeto de estudio.

## **12.4. Técnicas.**

### **12.4.1. Diagnóstico.**

Aquí se evaluó todo sobre el campo donde se va a realizar el ensayo en qué condiciones se encuentra y realizar los avances necesarios como muestreos de suelo y agua.

### **12.4.2. Observación.**

Mediante la observación se recoge la información de cada uno de las variables definidas en la hipótesis de la investigación o ensayo para determinar la mejor efectividad.

### 12.4.3. Registros de datos.

Nos permitió recolectar los datos estadísticos de forma paulatina y analizarlos estadísticamente utilizando programas estadísticos.

### 12.4.4. Tabulación de datos.

Analizar de los datos obtenidos mediante un programa estadístico para conocer los resultados obtenidos.

## 13. DISEÑO EXPERIMENTAL.

Para la investigación se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, el cual permite controlar en campo ciertos factores que dan variabilidad a la investigación. (Martinez, 2015)

En la investigación se manejó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con 4 tratamientos y 4 repeticiones, obteniendo un total de 16 unidades experimentales.

### 13.1. Adeva.

**Tabla 6:** Análisis de varianza.

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
<b>Total</b>	15
<b>Tratamientos</b>	3
<b>Repeticiones</b>	3
<b>Error experimental</b>	9

Elaborado por: Tapia, B. 2021

#### 13.1.1. Parcela neta.

En el área de trabajo se utilizó un total de 320 fundas con las medidas de 14x16' (pulgadas), expresado en cm es 28x32 y un total de 640 plántulas. Que fueron ubicadas en un espacio de 17 (m) de largo y 3(m) de ancho dando un total de 51(m<sup>2</sup>).

### 13.2. Factores en estudio.

#### 13.2.1. Factor A:

Intensidades de los campos magnéticos.

1. Intensidad 1000 Gauss (imán de neodimio de 1000 gauss)
2. Intensidad 3000 Gauss (1 imán mineral de 2000 gauss + 1 imán de 1000 gauss)
3. Intensidad 5000 Gauss (2 imanes mineral de 2000 gauss + 1 imán de 1000 gauss)

**Tabla 7:** Factor de magnetización.

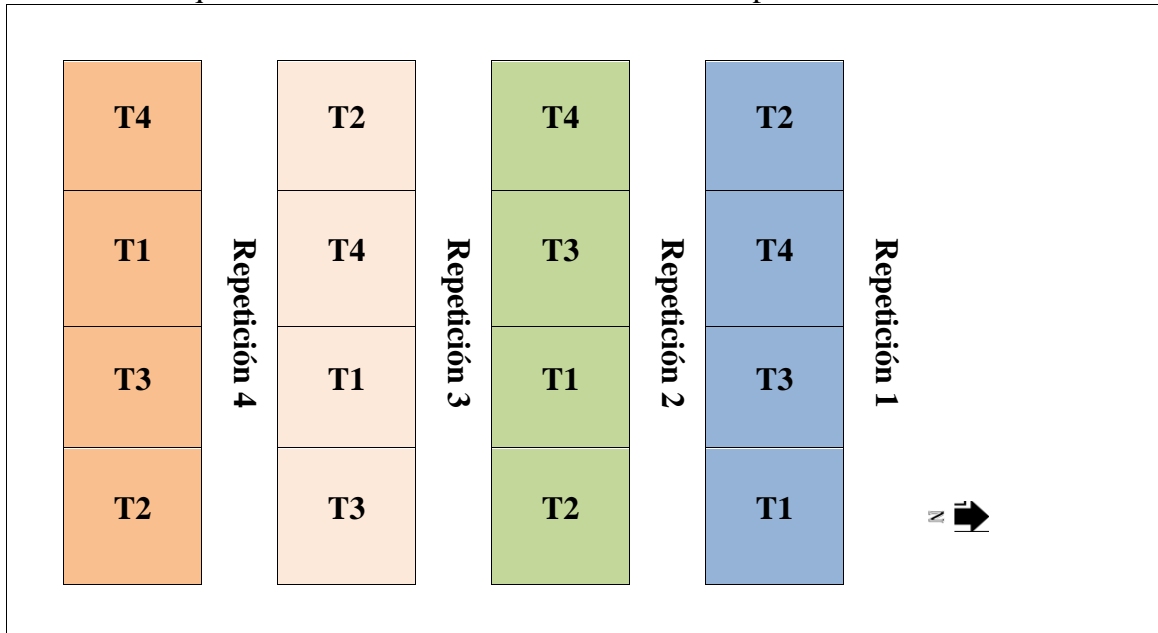
N° de Tratamientos	Magnetización	Descripción
T1	A1	Agua magnetizada Intensidad 1000 Gauss.
T2	A2	Agua magnetizada Intensidad 3000 Gauss.
T3	A3	Agua magnetizada Intensidad 5000 Gauss.
T4	TESTIGO	Agua sin magnetizar.

Elaborado por: Tapia, B. 2021

### 13.3. Descripción de los tratamientos.

El tratamiento 1 es agua magnetizada con un imán de neodimio de 1000 Gauss de intensidad, por otro lado, el tratamiento 2 muestra al agua magnetizada con un imán de neodimio más un imán mineral obteniendo una intensidad de 3000 Gauss, el tratamiento 3 es agua magnetizada con un imán de neodimio, más dos imanes minerales que dan una intensidad de 5000 Gauss y para finalizar, el tratamiento 4 no contiene ninguna acción magnética.

### 13.4. Esquema.

**Tabla 8:** Croquis de la distribución de las 16 unidades experimentales.

Elaborado por: Tapia, B. 2021

## **14. MANEJO DEL EXPERIMENTO.**

### **14.1. Preparación de suelo.**

Se llenaron fundas de 14 x 16´ (pulgadas) expresado en cm es 28x32 con eco bonaza y tierra, se llenaron un total de 320 fundas, las fundas contenían a mezcla de tierra y eco bonaza de un 98% de su capacidad.

### **14.2. Delimitación del área de investigación.**

Se colocó 20 fundas de 28x32 por cada tratamiento, en el número total de plantas requeridas para el ensayo de investigación fue de 320 de las cuales se restaron en cada toma de datos.

### **14.3. Densidad de siembra.**

Se ubicó 2 plantas por cada funda, para luego ir descartando la planta que se encontraba en exceso, en el número total de plantas requeridas para el ensayo de investigación fue de 320 de las cuales se restaron en cada toma de datos.

### **14.4. Riego.**

La frecuencia del riego se realizó 3 veces por semana desde el comienzo hasta el final de la investigación. Para determinar la capacidad de campo y suministrar el agua a las plantas se utilizó el tensiómetro. Se estableció que la aplicación del agua de riego se realizó en 20 minutos hasta su capacidad de campo en todos los tratamientos, el suministro de agua se realiza en las horas de la mañana.

### **14.5. Determinación del requerimiento hídrico de la planta.**

Se obtuvo un registro de las temperaturas, radiación solar y precipitación, para determinar el requerimiento hídrico de la planta, obteniendo como resultado a la evapotranspiración del cultivo. Finalmente, se utilizó el sistema de riego por goteo, en donde se elaboró un sistema independiente para cada imán y suministrar agua por tratamiento.

## **15. VARIABLES DE RESPUESTA.**

### **15.1. Variables agronómicas.**

- Porcentaje de prendimiento
- Altura de planta (cm)
- Diámetro de tallo (cm)

- Volumen de la raíz (cm<sup>3</sup>)
- Área foliar (cm<sup>2</sup>)
- Número de hojas
- Contenido de clorofila (CCI)
- Índice de floración (cm)

## 15.2. Variables de agua y suelo.

- pH
- Parámetros físicos-químicos

## 16. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES.

### 16.1. Variables agronómicas.

#### 16.1.1. Porcentaje de prendimiento.

Se contabilizará el número de plantas trasplantadas, esta actividad se lo hizo después de 10 días que se realizó el trasplante.

$$\text{Porcentaje de germinación} = \frac{\text{Número de plantas trasplantadas}}{\text{Número total de plantas por unidad experimental}} * 100$$

#### 16.1.2. Altura de planta (cm).

Se medirá en centímetros utilizando un flexómetro, realizando la medición desde el cuello de la planta hasta el ápice, esta actividad de medición se realizó cada 10 días, después del prendimiento.

#### 16.1.3. Diámetro de tallo (cm).

Se medirá en centímetros utilizando un calibrador pie de rey, realizando la medición desde el cuello de la planta en el primer entre nudo desarrollado, esta actividad de medición se realizó cada 10 días, después del prendimiento.

#### 16.1.4. Volumen de la raíz (cm<sup>3</sup>).

Se medirá la raíz en centímetros cúbicos utilizando una probeta de 1000 ml, realizando la medición de la siguiente manera; arrancando una planta al azar, limpiando la tierra procurando que quede la raíz libre, colocar la planta en la probeta con agua y observar cuantas

líneas de medida marca el agua, esta actividad de medición se realizó cada 20 días mediante un muestreo destructivo.

#### **16.1.5. Número de hojas.**

Se contará el número total de las hojas de cada planta, esta medición se realizó cada 10 días, después del prendimiento.

#### **16.1.6. Área foliar (cm<sup>2</sup>).**

Se calculará el área foliar utilizando el método del cálculo empírico del IAF: se tomará dos hojas por planta al azar y por unidad de estudio, medir y multiplicar largo por ancho de cada hoja, el resultado multiplicarlo por el factor 0.75, sumar los valores obtenidos de cada hoja por planta, promediar resultados de cada planta. Posteriormente determinar el área de suelo ocupada por planta. Finalmente el IAF será determinado dividiendo el área foliar de la planta entre el área de suelo ocupada por esta, se midió cada 20 días, después del prendimiento.

$$\text{IAF} = \left( \frac{(\text{Área foliar})(\text{Densidad de población})}{\text{Área Sembrada}} \right)$$

#### **16.1.7. Contenido de Clorofila (CCI).**

Se medirá el porcentaje de clorofila utilizando el equipo de medición el CCM-200 plus, se medirá en CCI, se lo realizará utilizando el método de plantas al azar, realizó cada 20 días después del prendimiento.

#### **16.1.8. Índice de floración (cm).**

Se medirá en centímetros utilizando un flexómetro, realizando la medición desde la base inicial de la panoja hasta el final, esta actividad de medición se realizó cada 5 días, después del inicio del índice de floración.

### **16.2. Variables de agua y suelo.**

#### **16.3. Agua.**

##### **16.3.1. pH.**

Se realizó la toma de muestras de agua para ser analizadas al inicio y al final del ensayo.

### **16.3.2. Dureza del agua.**

Se realizó la toma de muestras del agua según los tratamientos para ser analizadas al final del riego.

## **16.4. Suelo.**

### **16.4.1. pH.**

Se recogerá muestras de suelo de cada tratamiento para ser analizadas, el análisis de pH se lo realizara al final del ensayo mediante un análisis de laboratorio.

### **16.4.2. Conductividad eléctrica.**

Se realizó la toma de muestras del suelo según los tratamientos para ser analizadas al final del ensayo.

## **16.5. Características de los imanes usados para la investigación.**

El imán para el tratamiento del agua, tiene un material de polietileno (plástico), que se lo coloca en la tubería de PVC para agua de riego que es material no magnético. En cada riego se procede a colocar el imán dependiendo del tratamiento a aplicar. El dispositivo es amigable con el ambiente.


El primer Imán Mineral tiene la forma de un prisma los imanes están dentro de la base de polietileno como se muestra en la (Tabla 9), el segundo imán de Neodimio tiene forma de cubo que contiene dos imanes de neodimio, cada imán está colocado de a base de polietileno (Tabla 10).

**Tabla 9:** Especificación técnica del imán de Mineral magnet II.

<b>Producto</b>	Especificación	<b>Figura 2:</b> Imán mineral magnet II. 
<b>Peso</b>	454 g	
<b>Dimensiones</b>	11,4 x 14 x 6,4 cm	
<b>Intensidad</b>	2000 Gauss	
		<b>Elaborado por:</b> Tapia, B. 2021

**Elaborado por:** Tapia, B. 2021

**Tabla 10:** Especificación técnica del imán de Neodimio.

<b>Producto</b>	Especificación	<b>Figura 3:</b> Imán de neodimio. 
<b>Peso</b>	354 g	
<b>Dimensiones</b>	10 x 10 x 5 cm	
<b>Intensidad</b>	1000 Gauss	
		<b>Elaborado por:</b> Tapia, B. 2021

**Elaborado por:** Tapia, B. 2021

## 17. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Revisión del anexo 1 del libro VI del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua.

**Tabla 11:** Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego.

<b>PARÁMETROS DE LOS NIVELES DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO</b>				
<b>PROBLEMA POTENCIAL</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>GRADO DE RESTRICCIÓN *</b>		
		<b>Ninguno</b>	<b>Ligero-Moderado</b>	<b>Severo</b>
<b>Salinidad: (1)</b>				
CE (2)	milimhos/cm	0,7	0,7-3,0	>3,0
SDT (3)	mg/l	450	450-2000	>2000
<b>Infiltración: (4)</b>				
RAS=0-3yCE=		0,7	0,7-0,2	<0,2
RAS=3-6yCE=		1,2	1,2-0,3	<0,3
RAS=6-12yCE=		1,9	1,9-0,5	<0,5
RAS=12-20yCE=		2,9	2,9-1,3	<1,3
RAS=20-40YCE=		5,0	5,0-2,9	<2,9
<b>Toxicidad por iones específicos (5)</b>				
<b>Sodio:</b>				
Irrigación superficial RAS (6)	meq/l	3,0	3,0-9,0	>9
Aspersión	meq/l	3,0	3,0	
<b>Cloruros:</b>				
Irrigación superficial	meq/l	4,0	4,0-10,0	>10
Aspersión	meq/l	3,0	3,0	
<b>Boro:</b>	mg/l	0,7	0,7-3,0	>3
<b>Efectos misceláneos (7)</b>				
Nitrógeno (N-NO <sub>3</sub> -)	mg/l	5,0	5,0-30,0	>30
Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> -) Solo aspersión	meq/l	1,5	1,5-8,5	>8,5
pH	Rango normal		6,5-8,4	

\* Es el grado de limitación, que indica el rango de factibilidad para el uso del agua

(1) Afecta a la disponibilidad de agua para los cultivos

(2) CE = Conductividad eléctrica del agua de regadío  
(1milimhos/cm=1000micromho)

(3) SDT = Sólidos disueltos totales

(4) Afecta a la tasa de infiltración del agua en el suelo

(5) Afecta a la sensibilidad de los cultivos

(6) RAS, relación de absorción de sodio ajustada

(7) Afecta a los cultivos susceptibles

**Fuente:** (Ministerio de Ambiente del Ecuador, 2015)

**Tabla 12:** Nivel de dureza para agua riego.

<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>RANGO</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Blandas</b>	0-100	mgCaCO3/l
<b>Moderadamente duras</b>	101-200	mgCaCO3/l
<b>Duras</b>	201-300	mgCaCO3/l
<b>Muy duras</b>	>300	mgCaCO3/l

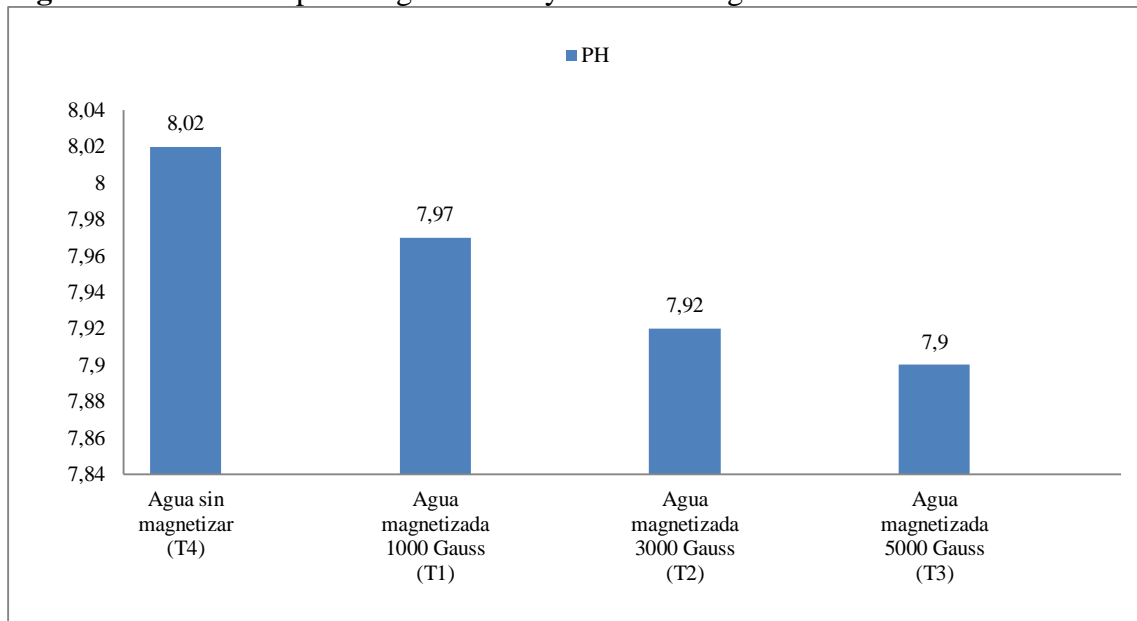
Fuente: (Vallejo, E. y Muñoz, A. 2018)

### 17.1. Análisis del comportamiento químico del agua.

**Tabla 13:** Características del agua tratada y sin tratar magnéticamente.

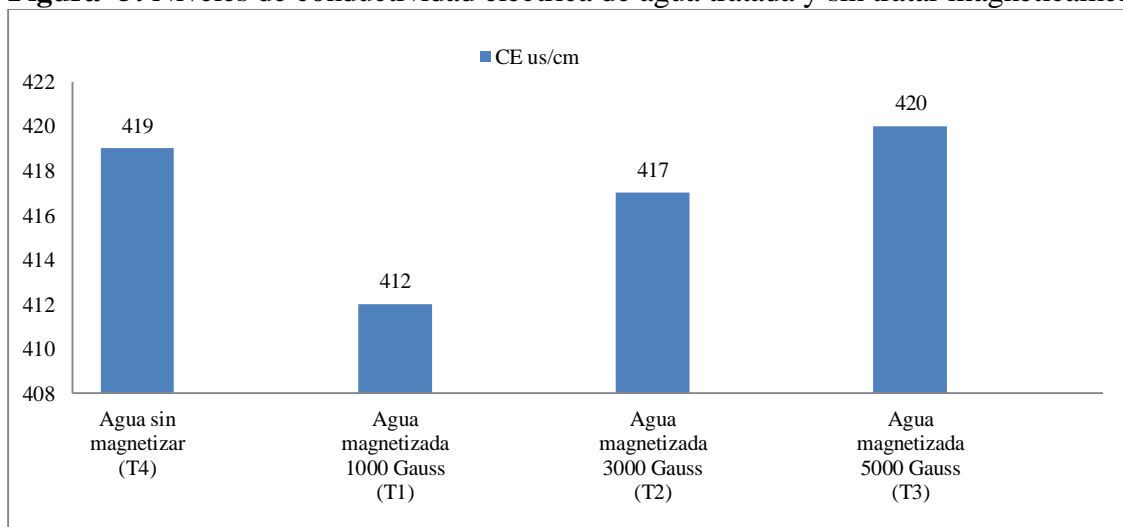
<b>Parámetros</b>	<b>1000 Gauss (T1)</b>	<b>3000 Gauss (T2)</b>	<b>5000 Gauss (T3)</b>	<b>Sin magnetizar (T4)</b>
<b>PH</b>	7,97	7,92	7,9	8,02
<b>CE us/cm</b>	412	417	420	419
<b>TDS mg/l</b>	207	209	210	210
<b>Carbonatos</b>	0	0	0	0
<b>Bicarbonatos mg/l (HCO3)</b>	233,1	233,1	137,5	173,4
<b>Bicarbonatos meq/l (HCO3)</b>	3,8	3,8	2,3	2,8
<b>Alcalinidad Total meq/l</b>	3,822	3,822	2,254	2,842
<b>DUREZA TOTAL expresado en mg/L CaCO3 ecuación</b>	196	166	146	254
<b>SO4</b>	24	22	22	21
<b>NO3</b>	1,4	1,7	1,7	1,3
<b>Cl</b>	0,10	0,10	0,10	0,20

Elaborado por: Tapia, B. 2021

**Figura 4:** Niveles de pH de agua tratada y sin tratar magnéticamente.

Elaborado por: Tapia, B. 2021

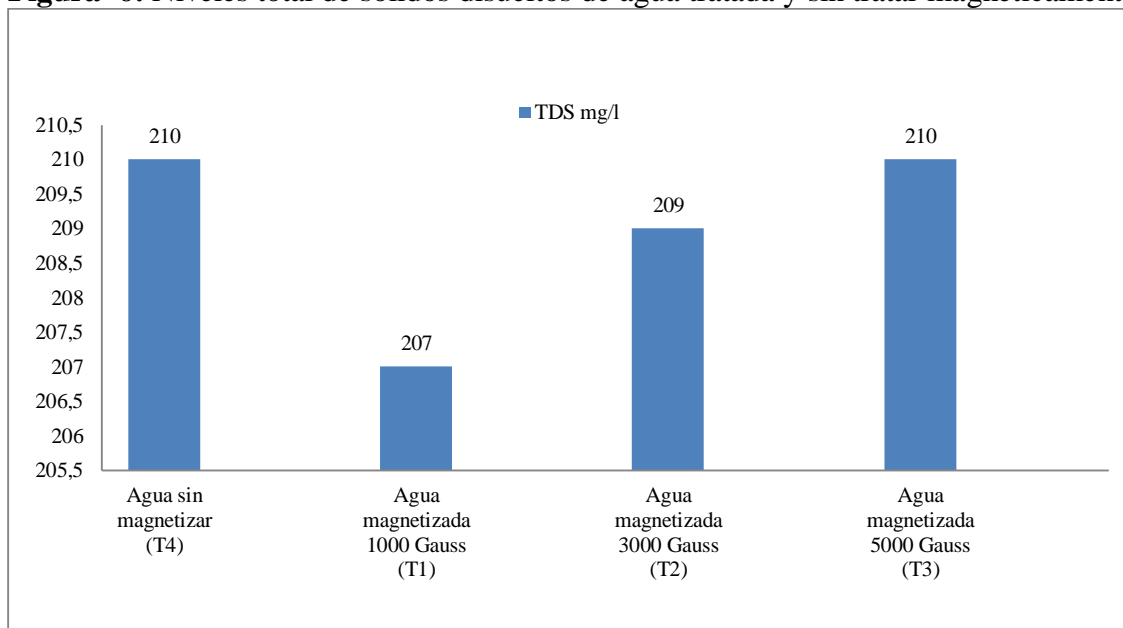
En la figura 4 según (Ministerio de Ambiente del Ecuador, 2015) los parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego el nivel de pH es de 6,5 a 8,4. El tratamiento T4 sin someter a campos magnéticos tiene un pH de 8,2 que se encuentra en rango normal para el uso de agua de riego el tratamiento T1 con un campo magnético de 1000 gauss tiene un pH de 7,97 que se encuentra en un rango óptimo de para el riego. El tratamiento T2 con una intensidad magnética de 3000 gauss con un pH de 7,92 y el tratamiento T3 con intensidad magnética de 5000 gauss con un pH de 7,9 que se encuentra en un rango óptimo para el uso agrícola.

**Figura 5:** Niveles de conductividad eléctrica de agua tratada y sin tratar magnéticamente.

Elaborado por: Tapia, B. 2021

En la figura 5 según (Ministerio de Ambiente del Ecuador, 2015) el nivel de dureza establecido en Tulsma en la tabla número 6 tiene un rango normal de 0,7-0,2. El tratamiento T4 con agua sin someter a campos magnéticos tiene una conductividad eléctrica de 419, el tratamiento T1 con un magnetismo de 1000 Gauss con una conductividad eléctrica diminutiva de 412 de rango. El nivel de conductividad eléctrica del tratamiento T2 con una intensidad magnética de 3000 Gauss tiene 417de conductividad. El tratamiento T3 con un campo magnético de 5000 Gauss con un nivel de conductividad eléctrica de 420 de rango.

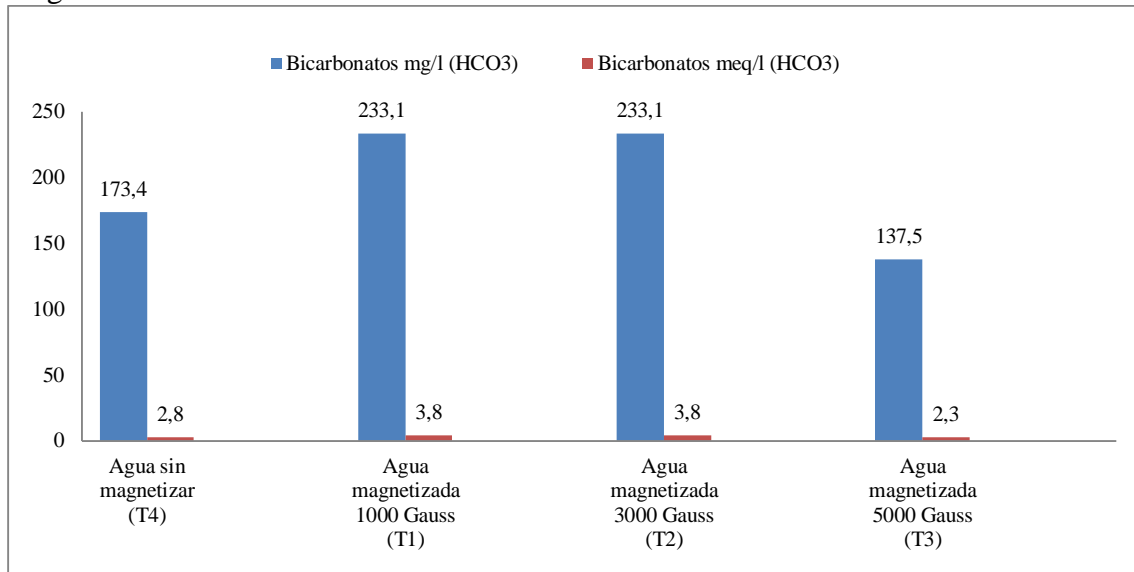
**Figura 6:** Niveles total de sólidos disueltos de agua tratada y sin tratar magnéticamente.



**Elaborado por:** Tapia, B. 2021

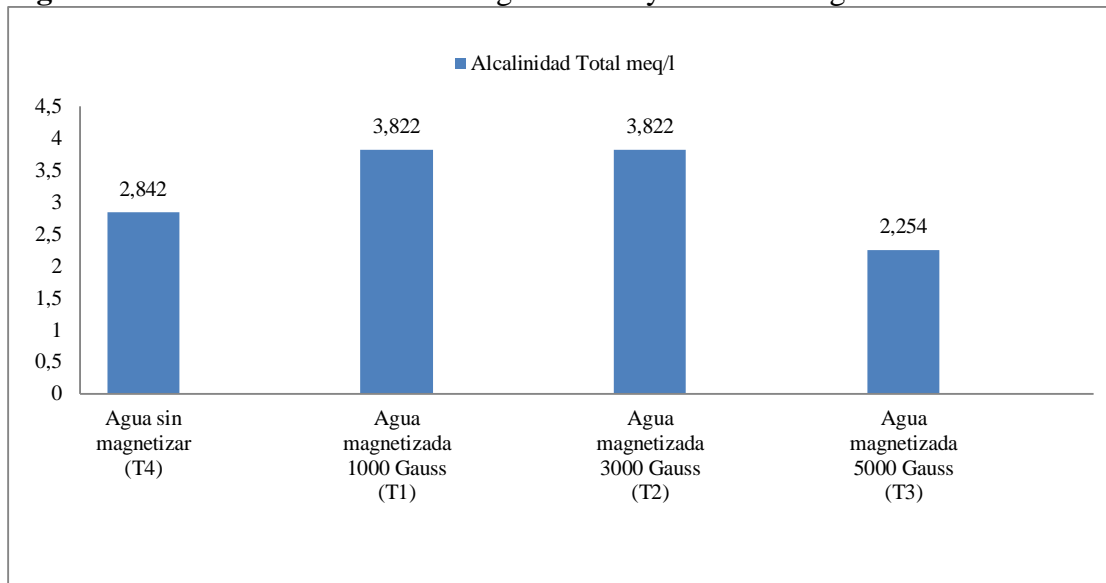
En la figura 6 según (Ministerio de Ambiente del Ecuador, 2015) el nivel de solidos disueltos totales en Tulsma en la tabla numero 6 tiene niveles de ninguno con 450, rango normal de 450-2000 y un rango severo mayor a 2000. El tratamiento T4 sin someter a un campo magnético contiene una concentración baja de 210 solidos disueltos. Seguido del tratamiento T1 con un campo magnético de 1000 Gauss, con una concentración baja de 207 de solidos disueltos. El tratamiento T2 con un campo magnético de 3000 Gauss con 209 de solidos disueltos se encuentra en condiciones bajas, el tratamiento T3 con un campo magnético de 5000 Gauss contiene una concentración baja de 210 de solidos disueltos totales.

**Figura 7:** Niveles de bicarbonato en mg/l y meq/l de agua tratada y sin tratar magnéticamente.



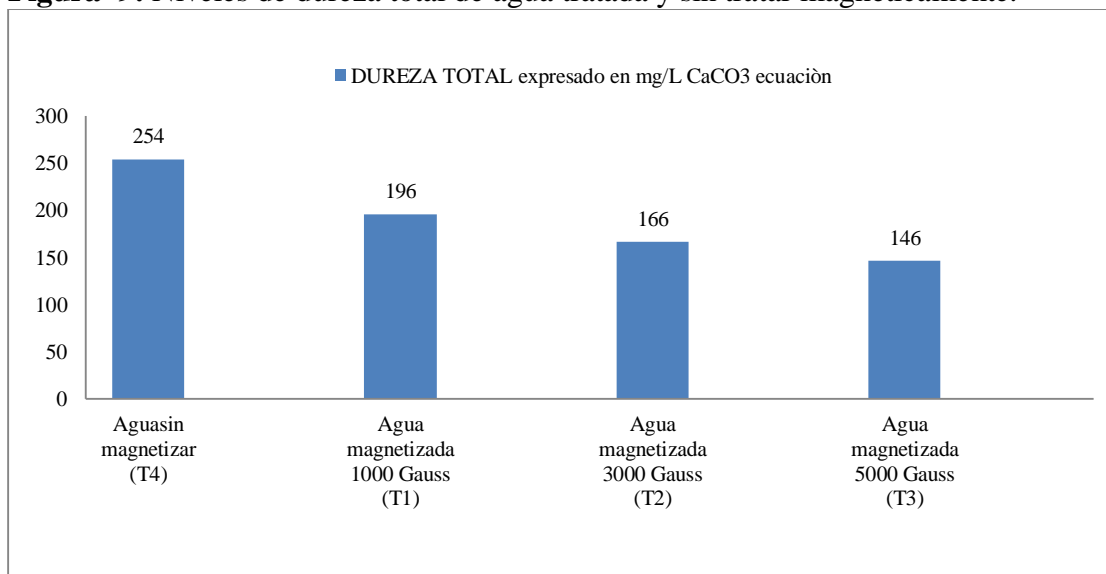
Elaborado por: Tapia, B. 2021

En la figura 7 según (Ministerio de Ambiente del Ecuador, 2015) el nivel de sólidos disueltos totales en Tuluma en la tabla número 6 tiene niveles de ninguno con 1,5, rango normal de 1,5 - 8,5 y un rango severo mayor a 8,5. El tratamiento T4 sin someter a campos magnéticos con una concentración de 2,8 bicarbonatos (meq) y 173 bicarbonatos (mg) que se encuentra dentro del rango normal. El tratamiento T1 con una intensidad magnética de 1000 Gauss con una concentración de 3,8 bicarbonato (meq) y 233,1 bicarbonatos (mg) que se encuentra dentro del rango normal. De igual forma el tratamiento T2 con una intensidad magnética de 3000 Gauss, con una concentración de 3,8 bicarbonato (meq) y 233,1 bicarbonatos (mg) que se encuentra dentro del rango normal. El tratamiento T3 con un campo magnético de 5000 Gauss tiene una concentración de 2,3 bicarbonato (meq) y 137,5 bicarbonatos (mg) que se encuentra dentro del rango normal.

**Figura 8:** Niveles de alcalinidad de agua tratada y sin tratar magnéticamente.

Elaborado por: Tapia, B. 2021

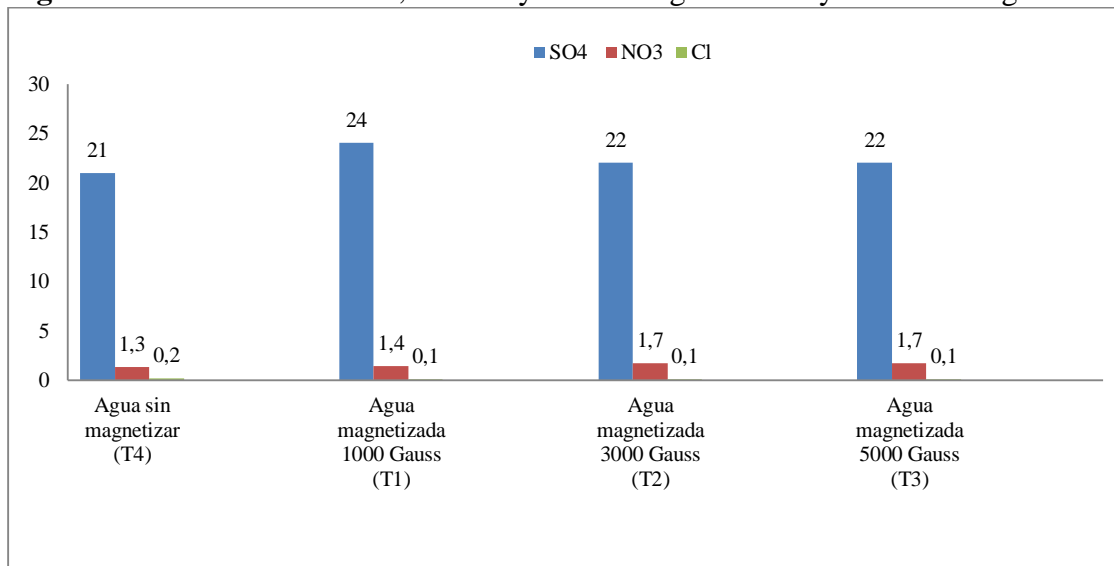
En la figura 8 en los niveles de alcalinidad el tratamiento T4 sin someter a campos magnéticos con una concentración de 2,8442 de alcalinidad que se encuentra dentro del rango normal. El tratamiento T1 con una intensidad magnética de 1000 Gauss con una concentración de 3,822 de alcalinidad que se encuentra dentro del rango normal. De igual forma el tratamiento T2 con una intensidad magnética de 3000 Gauss, con una concentración de 3,822 que se encuentra dentro del rango normal. El tratamiento T3 con un campo magnético de 5000 Gauss tiene una concentración de 2,254 alcalinidad que se encuentra dentro del rango normal.

**Figura 9:** Niveles de dureza total de agua tratada y sin tratar magnéticamente.

Elaborado por: Tapia, B. 2021

En la figura 9 según (Vallejo, E. y Muñoz, A. 2018) el nivel de dureza es blandas 0\_100, moderadamente duras 101-200 duras 201-300 y muy duras mayor a 300. El tratamiento T4 sin someter a campos magnéticos con una concentración de 254 de dureza que se encuentra en rango de agua muy dura. El tratamiento T1 con una intensidad magnética de 1000 Gauss con una concentración de 196 de dureza, se encuentra en un rango moderadamente dura. De igual forma el tratamiento T2 con una intensidad magnética de 3000 Gauss, con una concentración de 166 de dureza, está dentro del rango moderadamente dura. El tratamiento T4 con un campo magnético de 5000 Gauss tiene una concentración de 146 de dureza de agua, en el rango de moderadamente dura.

**Figura 10:** Niveles de sulfato, nitratos y cloro de agua tratada y sin tratar magnéticamente.



Elaborado por: Tapia, B. 2021

En la figura 10 el nivel de nitrógeno cloro y sulfato El tratamiento T4 sin someter a campos magnéticos con una concentración de N03 de 21, S04 de 1,3 y Cl 0,2. El tratamiento T1 con una intensidad magnética de 1000 Gauss, concentración de N03 de 24, S04 de 1,4 y Cl 0,1. De igual forma el tratamiento T2 con una intensidad magnética de 3000 Gauss, con una concentración N03 de 22, S04 de 1,7 y Cl 0,1. El tratamiento T3 con un campo magnético de 5000 Gauss tiene una concentración N03 de 22, S04 de 1,7 y Cl 0,1.

## 17.2. Análisis de suelo con riego sometidos a campos magnéticos y sin magnetización.

En la tabla número 14 se muestra que existe variación en los componentes analizados del suelo inicial del ensayo, las variables que fueron analizadas son pH, P, K, Ca, Mg, relación

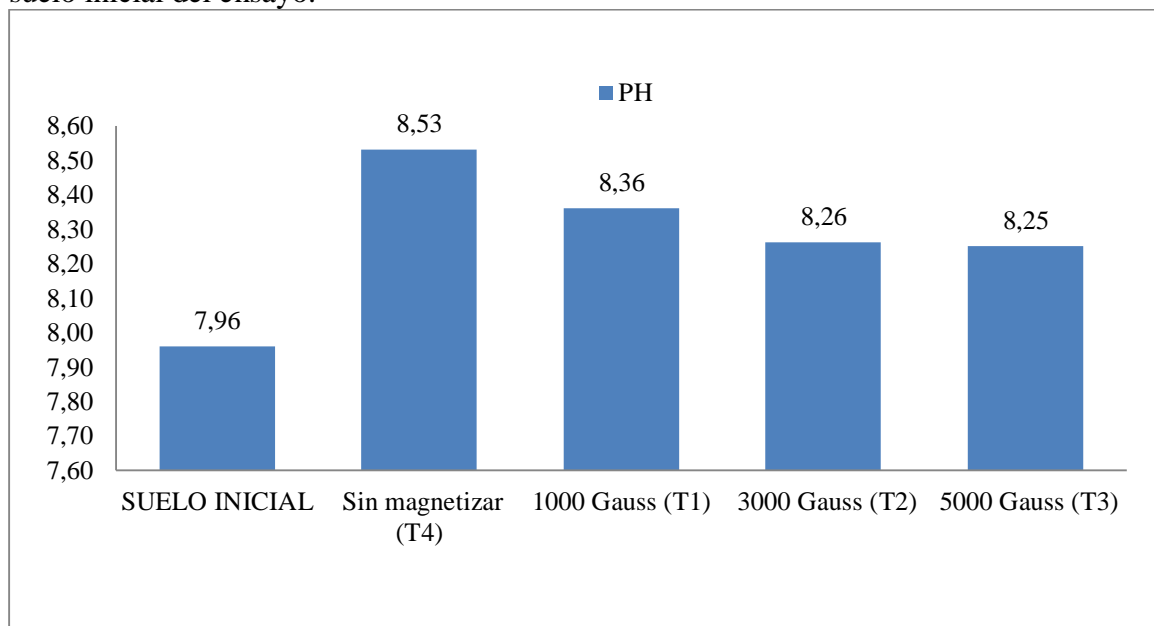
Ca/Mg, relación Mg/K, relación (Ca + Mg)/K y CE se indica que existe aumento y disminución de valores después de ser regado con agua sin someter a campos magnéticos y agua sometido a campos magnéticos con 3 intensidades.

**Tabla 14:** Análisis de suelos antes y después de aplicar riego sin y con magnetización en diferentes intensidades.

PARÁMETROS	SUELO INICIAL	T1	T2	T3	T4(Testigo)
PH	7,96	8,36	8,26	8,25	8,53
P (ppm)	18,00	25,00	38,00	33,00	32,00
K (meq/100g)	0,50	0,21	0,17	0,15	0,32
Ca (meq/100g)	3,50	9,10	8,41	7,88	9,10
Mg (meq/100g)	1,70	1,20	1,45	1,64	1,20
Ca/Mg (meq/100g)	2,10	7,60	5,80	4,80	7,58
Mg/K (meq/100g)	3,40	5,70	8,50	10,90	3,75
(Ca+Mg)/K (meq/100g)	10,40	49,00	58,00	63,50	32,19
CE	0,33	0,27	0,32	0,29	0,28

Fuente: Total Chem Lab. 2021

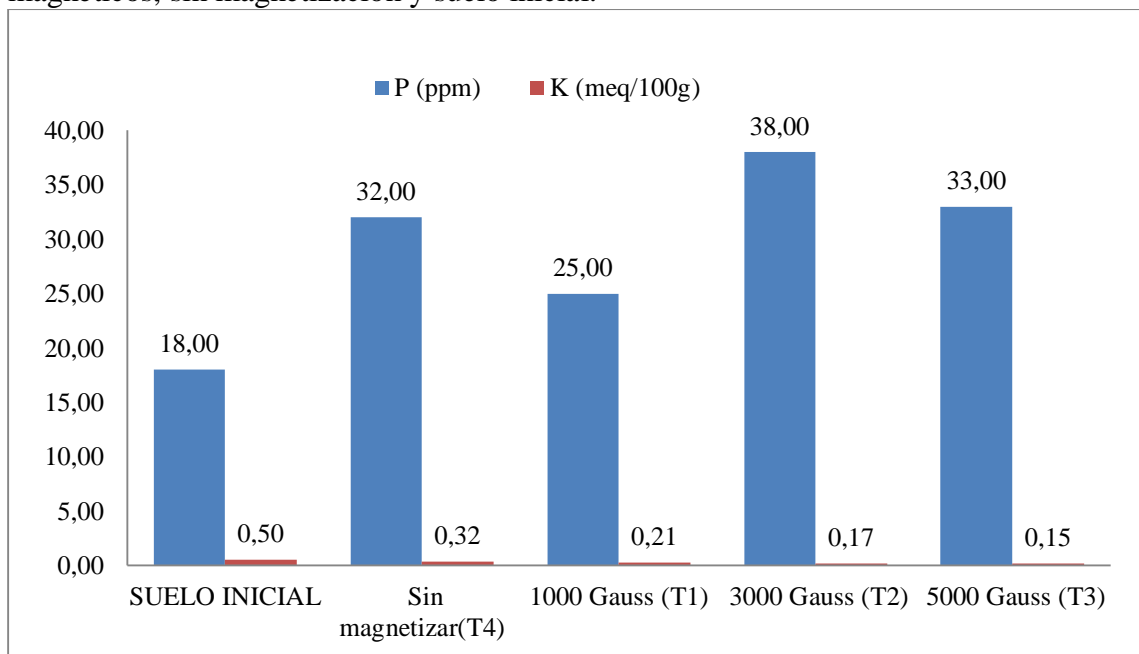
**Figura 11:** Niveles de pH de suelo con la aplicación de agua magnetizada, sin magnetizar y suelo inicial del ensayo.



Elaborado por: Tapia, B. 2021

En la figura número 11 el pH se observa en el suelo inicial con un pH de 7,96, lo cual en el tratamiento T4 sin someter a campos magnéticos aumenta a un pH de 8,53, el tratamiento T1 con una intensidad magnética de 1000 Gauss baja su nivel de pH a 8,36. El tratamiento T2 con una intensidad de 3000 Gauss baja el pH a 8,26 y el tratamiento T3 con una intensidad magnética de 5000 Gauss baja 8,25. Por el contrario de (Zúñiga et al., 2011) concretan una disminución de la tensión superficial, la solubilidad de sales aumenta y genera una movilidad de iones al usar campos magnéticos en el agua.

**Figura 12:** Niveles de absorción de P, K con la aplicación de riego sometido a campos magnéticos, sin magnetización y suelo inicial.

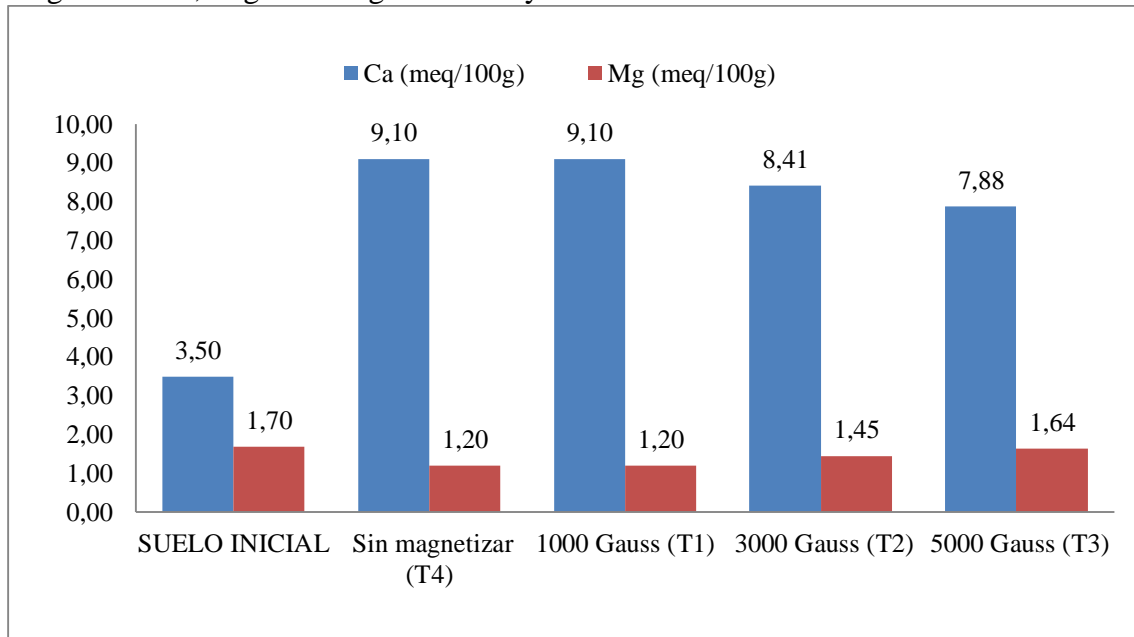


Elaborado por: Tapia, B. 2021

En la figura 12 en los niveles fosforo suelo inicial con una concentración de 18,00 (ppm) lo cual en el tratamiento T4 sin someter a campos magnéticos aumenta su concentración de 32,00 (ppm), el tratamiento T1 con una intensidad magnética de 1000 Gauss baja su nivel de 25,00 (ppm). El tratamiento T2 con una intensidad de 3000 Gauss aumenta su nivel a 38,00 (ppm) y el tratamiento T3 con una intensidad magnética de 5000 Gauss baja 33,00 (ppm).

(Zuñiga Escobar et al., 2016) analizaron el efecto del agua magnetizada en banano con dos niveles diferentes de nitrógeno, fósforo y potasio (100 y 80% de la dosis recomendada) encontrando un incremento positivo en todos los parámetros de estudio en comparación con las plantas regadas con agua sin tratar.

**Figura 13:** Niveles de absorción de calcio y magnesio luego de aplicar riego con magnetización, riego sin magnetización y suelo inicial.



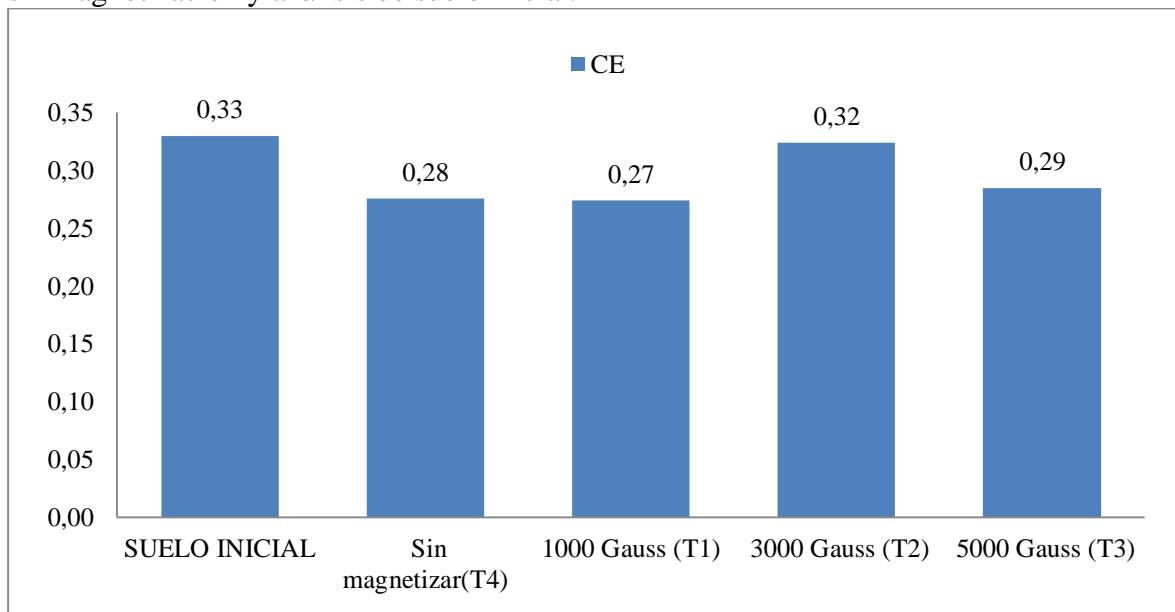
Elaborado por: Tapia, B. 2021

En la figura 13 los niveles calcio en el suelo inicial con una concentración de 3,50 (meq) lo cual en el tratamiento T4 sin someter a campos magnéticos aumenta su concentración a 9,10 (meq) el tratamiento T1 con una intensidad magnética de 1000 Gauss nivel de 9,10(meq). El tratamiento T2 con una intensidad de 3000 Gauss baja su nivel a 8,41(meq) y el tratamiento T3 con una intensidad magnética de 5000 Gauss baja 7,88(meq). Los niveles de magnesio en el suelo inicial con una concentración de 1,70 (meq) lo cual en el tratamiento T4 sin someter a campos magnéticos baja su concentración a 1,20 (meq) el tratamiento T1 con una intensidad magnética de 1000 Gauss nivel de 1,20(meq). El tratamiento T2 con una intensidad de 3000 Gauss aumenta su nivel a 1,45(meq) y el tratamiento T3 con una intensidad magnética de 5000 Gauss aumenta 1,64(meq).

(Valverde, 1991) el amaranto se determina por ser de rápido crecimiento y debido a su alto contenido de proteína en el grano y el rastrojo requiere de altas cantidades de nitrógeno y de los demás macro y micro nutrientes (Maheshwari & Grewal, 2009) determinó que mediante la magnetización del agua de riego resultó en un aumento en la absorción de N, contenidos K, Ca, Mg (Duarte & Sarmiento, 2013) menciona que el agua tratada magnéticamente puede elevar los niveles de solubilidad de Potasio, mostrando claros ejemplos en tomate la absorción ha subido hasta un 17.7%, en ajo el valor incremental es de 14.3% y en cebolla de 13.7% , mediante la magnetización en la figura 12 se observa la cantidad de Potasio es

considerablemente baja en respuesta al tratamiento con agua común. Además, existe una elevada solubilidad de sales y esto posibilita una mejor absorción y aprovechamiento de nutrientes lo que se traduce a mayor crecimiento y desarrollo de las plantas (Carbonell et al., 2003)

**Figura 14:** Niveles de conductividad eléctrica luego de aplicar el riego con magnetización, sin magnetización y análisis de suelo inicial.



Elaborado por: Tapia, B. 2021

En la figura 14 los niveles de conductividad eléctrica en el suelo inicial con una concentración de 0,33 lo cual en el tratamiento T4 sin someter a campos magnéticos disminuye su concentración de 0,28, el tratamiento T1 con una intensidad magnética de 1000 Gauss nivel de 0,27. El tratamiento T2 con una intensidad de 3000 Gauss aumenta su concentración a 0,32 y el tratamiento T3 con una intensidad magnética de 5000 Gauss baja 0,29. (Jaime & Andrea, 2008) en su investigación al aplicar campos magnéticos (2190 Gauss) al suelo señaló La variación de la densidad de la corriente inducida en relación con la conductividad eléctrica presentó un alto coeficiente de correlación de 0.983 y un comportamiento prácticamente lineal, lo que demuestra lo acertado de emplear la excitación magnética como medio para estimar la conductividad eléctrica aparente del suelo.

### 17.3. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO

En la tabla número 14 de porcentaje de prendimiento de las plantas de amaranto se muestra los resultados del análisis de varianza para el día 10 donde se puede observar que no existe significancia estadística para los tratamientos, lo cual indica que las plántulas de amaranto que

fueron regadas con agua tratada magnéticamente prendieron igual que las plántulas que fueron regadas con agua sin tratar, mostrando coeficiente de variación para el 10 de 3,34%.

**Tabla 15:** Análisis de varianza para porcentaje de prendimiento (%) de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka a los 10 días después del trasplante y bajo riego con magnetización.

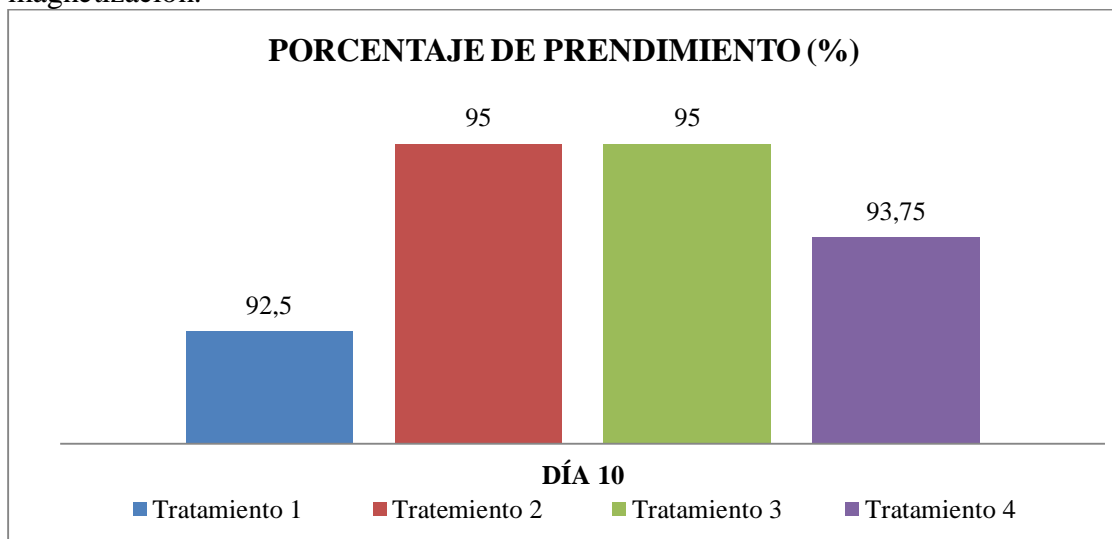
**DÍAS POSTERIOR A LA SIEMBRA**

DÍA	<b>10</b>				
F.V.	SC	gl	F	p-valor	Sig.
<b>REPETICIÓN</b>	54,69	3	1,84	0,2098	NS
<b>TRATAMIENTO</b>	17,19	3	0,58	0,6434	NS
<b>Error</b>	89,06	9			
<b>Total</b>	160,94	15			
<b>CV%</b>	3,34				
<b>PROMEDIO</b>	94,06				

*Nota:* F.V. = Fuentes de Variación, SC= Suma de Cuadrados, gl= Grados de Libertad, CM= Cuadrados Medios, CV= Coeficiente de variación. ns= No significativo, (\*)= significativo, (\*\*)= altamente significativo.

Elaborado por: Tapia, B. 2021

**Figura 15:** Promedios de porcentaje de prendimiento (%) de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka a los 10 días después del trasplante bajo riego con magnetización.

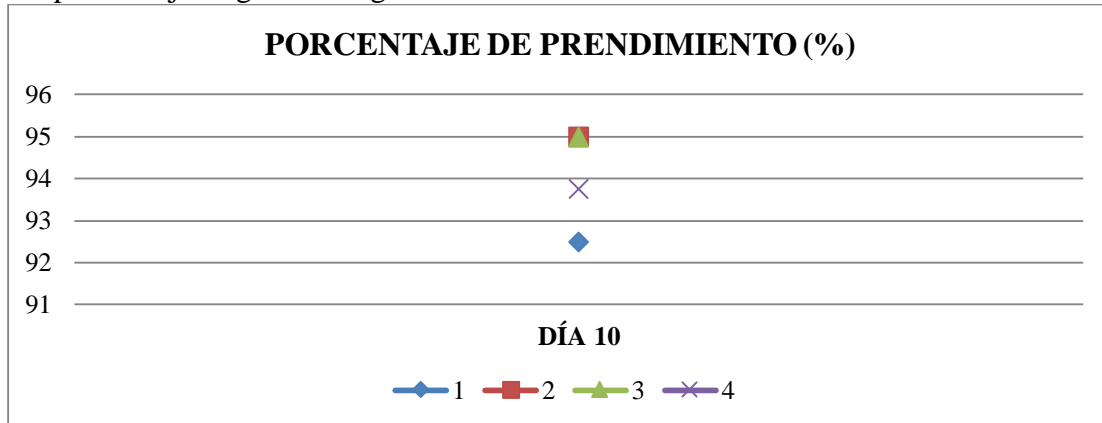


Elaborado por: Tapia, B. 2021

En la figura 15, se muestra el porcentaje de prendimiento de las plántulas de amaranto, en los 10 días después del trasplante los promedios son los promedios en el tratamiento 1 con porcentaje del 92,5% respectivamente, mostrando una significancia en el tratamiento 2 y 3

con el 95% de significancia y el tratamiento 4 con el 93,75% a los 10 día de haber trasplantado y suministrar agua con magnetización.

**Figura 16:** Promedios de porcentaje de prendimiento (%) en la curva de crecimiento de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka a los 10 días después del trasplante bajo riego con magnetización.



Elaborado por: Tapia, B. 2021

En la figura número 5 se muestra los resultados de porcentaje de prendimiento, en la curva de crecimiento muestra para todos los tratamientos, es evidente que el uso del agua con magnetización de 3000 (T2) y 5000 (T3) Gauss genera un prendimiento eficaz, mientras que el tratamiento 1 con intensidad magnética de 1000 Gauss sigue siendo eficaz para riego en el cultivo y el tratamiento 4 agua sin magnetización presenta un alto porcentaje de prendimiento. Se realiza a los 15-20 días después de la siembra cuando las plántulas presentan de 4 a 6 hojas. (Cabrera, 1989)

#### 17.4. ALTURA DE PLANTA (cm)

En la tabla número 15 de la variable altura de las planta de amaranto, se muestra los resultados del análisis de varianza para los días 10, 20, 30, 40, 50 y 60 donde se puede observar que no existe significancia estadística, mostrando coeficientes de variación de 22,91% para el día 10, de 15,53% para el día 20, de 11,27% para el días 30, de 8,43% para el día 40, de 6,48% para el día 50 y 5,36% para el día 60 indicando que la variable altura se manejó con regularidad.

**Tabla 16:** Análisis de varianza para altura de planta (cm) a los 10, 20, 30, 40, 50 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización.

DÍAS	10					20					30				
F.V.	SC	gl	F	p-valor	Sig.	SC	gl	F	p-valor	Sig.	SC	gl	F	p-valor	Sig.
REPETICIÓN	7,79	3	4,9	0,026	*	21,9	3	14,	0,001	*	81,7	3	37,5	<0,000	NS
TRATAMIENTO	1,0	4	1,0	0,419	NS	8	3	1	0,437	NS	2	4	7	1	NS
Error	1,63	3	4		NS	1,56	3	1		NS	1,54	3	1,39	0,3075	NS
Total	4,7	9				4,69	9				7,8	12			
CV%	14,1					28,2					91,0				
PROMEDIO	2	15				3	15				5	19			
	22,9					15,5					11,2				
	1					3					7				
	3,15					4,65					6,95				

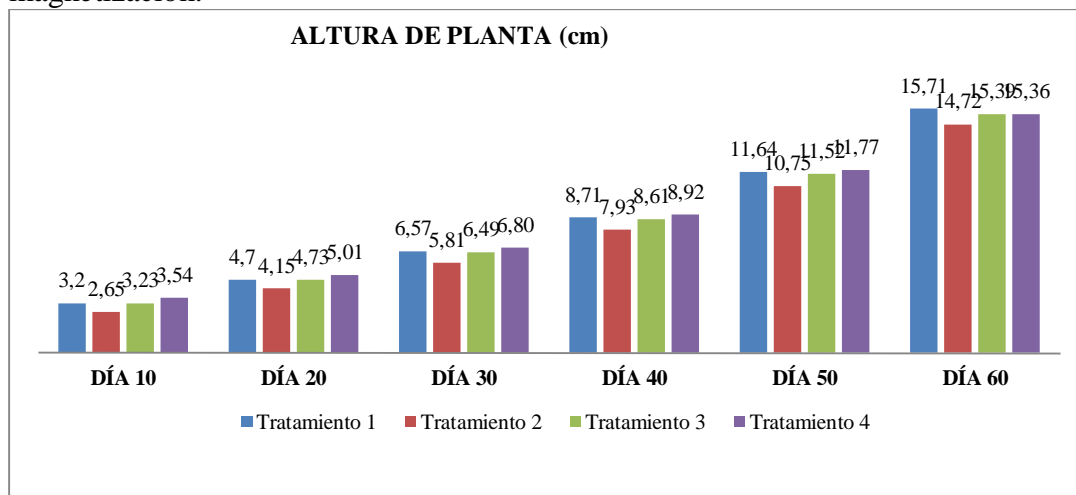
  

40					50					60				
SC	gl	F	p-valor	Sig.	SC	gl	F	p-valor	Sig.	SC	gl	F	p-valor	Sig.
125,67	3	80,81	<0,0001	NS	246,73	3	150,11	<0,0001	NS	412,49	3	204,5	<0,0001	NS
2,2	3	1,41	0,3013	NS	2,5	3	1,52	0,2742	NS	2,05	3	1,02	0,4296	NS
4,66	9				4,93	9				6,05	9			
132,53	15				254,16	15				420,59	15			
8,43					6,48					5,36				
8,54					11,42					15,30				

**Nota:** F.V. = Fuentes de Variación, SC= Suma de Cuadrados, gl= Grados de Libertad, CM= Cuadrados Medios, CV= Coeficiente de variación. ns= No significativo, (\*)= significativo, (\*\*)= altamente significativo.

Elaborado por: Tapia, B. 2021

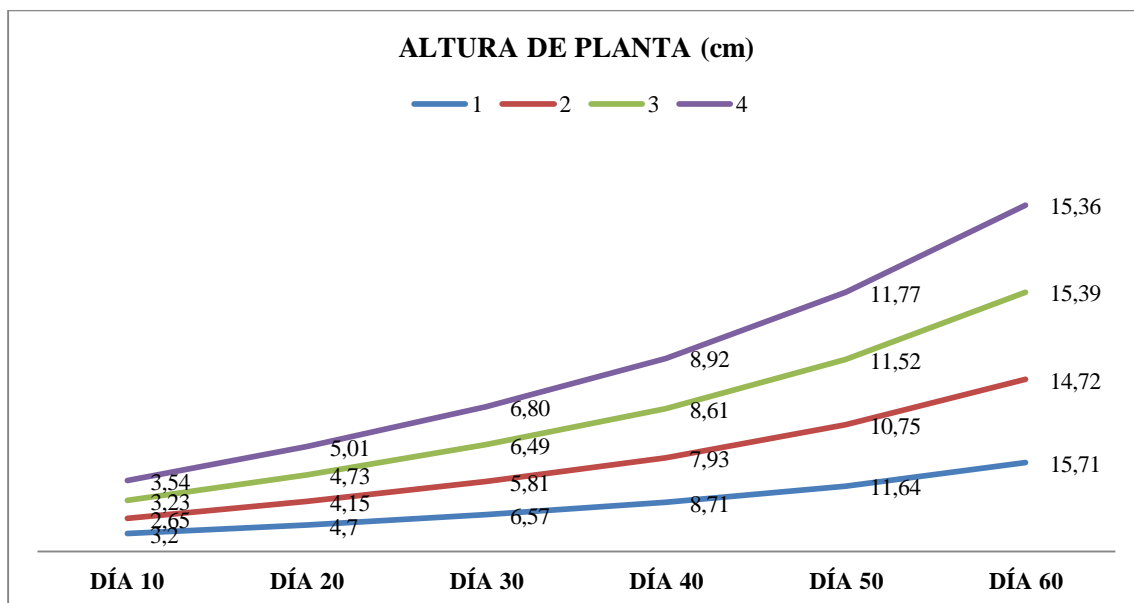
**Figura 17:** Promedios de altura de plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka a los 10, 20, 30, 40, 50 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización.



Elaborado por: Tapia, B. 2021

En la figura 17, se muestra el promedio de altura de plantas de amaranto para los días 10, 20, 30, 40, 50 y 60 en el tratamiento 1 con una altura de 3,2; 4,7; 6,57; 8,71; 11,64 y 15,71 cm. Para el tratamiento 2 con una altura de 2,65; 4,15; 5,81; 7,93; 10,75 y 14,72 cm. Para el tratamiento 3 con una altura de 3,23; 4,73; 6,49; 8,61; 10,75 y 15,39 cm y para el tratamiento 4 con una altura de 3,54, 5,01; 6,80; 8,92; 11,77 y 15,36 cm resultados después de haber aplicado agua con magnetización.

**Figura 18:** Promedios de altura en la curva de crecimiento en las plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka a los 10, 20, 30, 40, 50 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización.



Elaborado por: Tapia, B. 2021

En la figura número 7 se muestra los resultados de altura de planta, en la curva de crecimiento muestra para todos los tratamientos, es evidente que el uso del agua con magnetización de 1000 (T1) y 5000 (T3) Gauss genera un crecimiento notable en altura de planta, mientras que el tratamiento 2 con intensidad magnética de 3000 Gauss sigue siendo eficaz para riego en el cultivo y el tratamiento 4 agua sin magnetización presenta un promedio aceptable en altura de plantas.

Según el análisis de los resultados, la variación estadística en altura de planta es la aplicación de agua magnetizada ya que se le atribuye el incremento de la disponibilidad de nutrientes disueltos para la planta, analizando la aplicación de agua magnetizada en el cultivo de banano

(El-Kholy et al., 2015) se muestran diferencias en la asimilación de macro y micro nutrientes entre el agua tratada magnéticamente y el agua común.

Al realizar el riego con agua tratada magnéticamente el crecimiento vegetativo de lino común aumento la altura de planta en un 6.01% (Qados & Hozayn, 2010). (Amaya et al., 2020) en incidencia de los campos magnéticos en plantas de lenteja logro obtener alturas de 25.2 cm con la aplicación de tratamientos magnéticos, a los 15 días después de la siembra a comparación de la aplicación de agua sin tratamiento magnético mostrando que hubo diferencias significativas (Maheshwari & Grewal, 2009) también se determinó que el tratamiento de magnetización del agua de riego resultó en un aumento significativo en N, contenidos K, Ca, Mg, S, Zn, Fe y Mn en la nieve de guisantes y garbanzos de plántulas.

Se muestra un incremento significativo en la altura de planta de *Vigna unguiculata* a partir del tratamiento de agua magnetizada con 23% y 26% a diferencia del tratamiento de control de agua sin tratar, el efecto de simulación de agua magnetizada en altura de la planta se puede atribuir al aumento de la absorción y asimilación de nutrientes (Sadeghipour, 2016).

Los efectos estimuladores del agua magnetizada en las variables de crecimiento posiblemente se le pueden atribuir a la inducción del metabolismo celular y la mitosis (Qados & Hozayn, 2010) el aumento de la auxina, fenol total y biosíntesis de proteínas. (Sadeghipour, 2016)

### 17.5. DIÁMETRO DE TALLO (cm)

En la tabla número 16 de la variable diámetro de tallo de las plantas de amaranto, los datos se comienzan a registrar desde el día 10 datos centímetros cúbicos , a continuación se muestra los resultados del análisis de varianza para los días 10, 20, 30, 40, 50 y 60 donde se observar que no existe significancia estadística para los tratamientos en los días 10, 20, 30, 40, 50 y 60 días mostrando coeficientes de variación de 30,55% para el día 10, 41,52% para el día 20, de 24,06 % para el día 30, 14,81% para el día 40, 13,34% para el día 50 y 8,77% para el día 60 indicando que la variable diámetro de tallo se manejó con regularidad.

**Tabla 17:** Análisis de varianza para diámetro de tallo (cm) de las plantas a los 10, 15, 20, 25 días después de la germinación bajo riego con magnetización.

DÍAS	10					20					30				
	SC	gl	F	P-valor	Sig.	SC	gl	F	P-valor	Sig.	SC	gl	F	P-valor	Sig.
<b>REPETICIÓN</b>	0,04	3	5,56	0,0195	*	0,07	3	2,31	0,1444	NS	0,11	3	5,81	0,0172	*
<b>TRATAMIENTO</b>	0,01	3	0,75	0,5507	NS	0,02	3	0,77	0,5385	NS	0,02	3	1,27	0,3409	NS
<b>Error</b>	0,02	9				0,09	9				0,05	9			

<b>Total</b>	0,07	15			0,18	15				0,18	15			
<b>CV%</b>	30,55				41,52					24,06				
<b>PROMEDIO</b>	0,16				0,24					0,33				

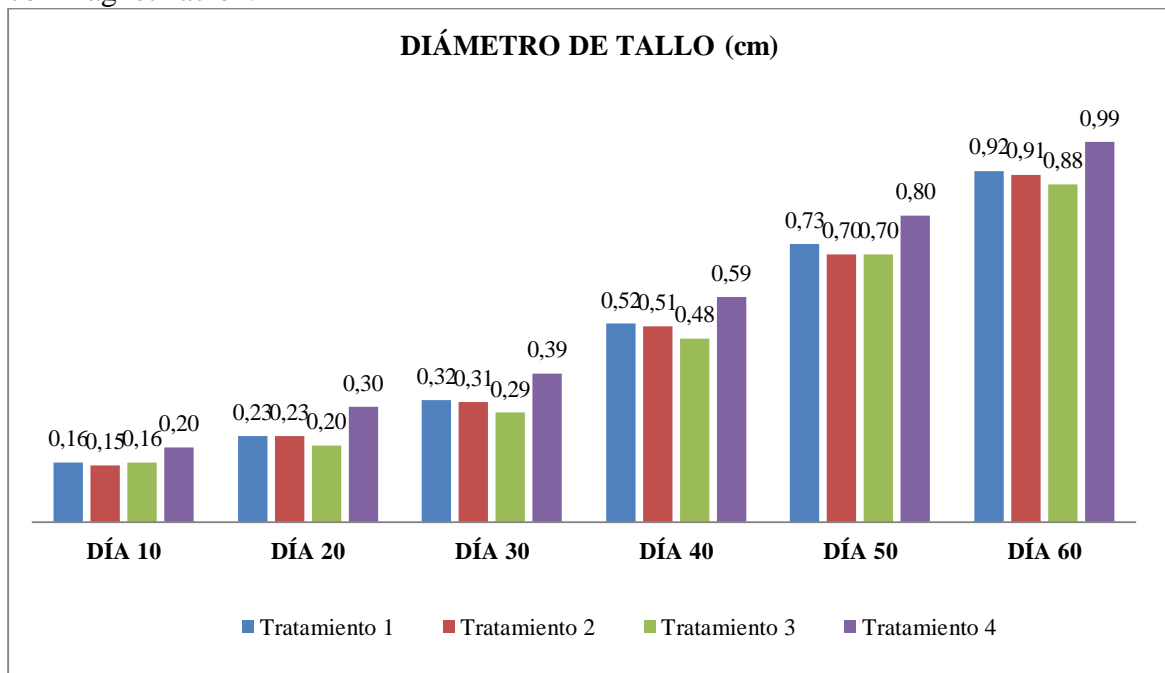
  

40					50					60				
SC	gl	F	P-valor	Sig.	SC	gl	F	p-valor	Sig.	SC	gl	F	p-valor	Sig.
0,1	3	5,78	0,0175	*	0,08	3	2,87	0,0961	NS	0,1	3	4,92	0,0272	*
0,03	3	1,4	0,3051	NS	0,03	3	0,94	0,4603	NS	0,03	3	1,4	0,3053	NS
0,05	9				0,09	9				0,06	9			
0,18	15				0,19	15				0,18	15			
14,81					13,34					8,77				
0,52					0,75					0,93				

**Nota:** F.V. = Fuentes de Variación, SC= Suma de Cuadrados, gl= Grados de Libertad, CM= Cuadrados Medios, CV= Coeficiente de variación. ns= No significativo, (\*)= significativo, (\*\*)= altamente significativo.

Elaborado por: Tapia, B. 2021

**Figura 19:** Promedios de diámetro de tallo de plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka a los 10, 20, 30, 40, 50 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización.

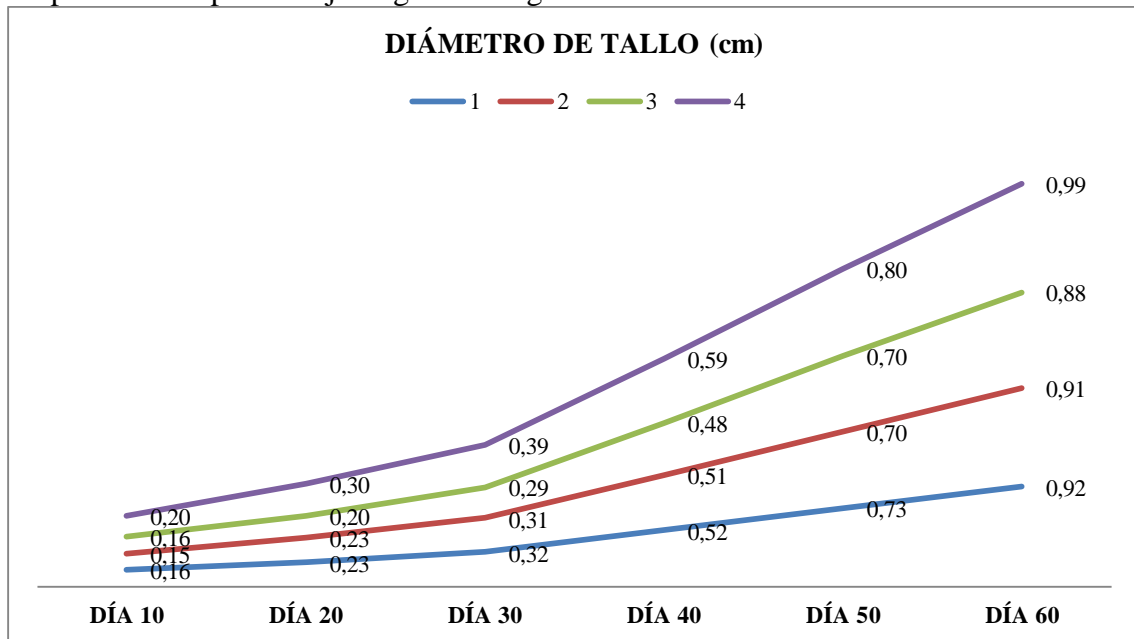


Elaborado por: Tapia, B. 2021

En la figura 19, se muestra el promedio de diámetro de tallo en plantas de amaranto para los días 10, 20, 30, 40, 50 y 60 en el tratamiento 1 con un diámetro de 0,16; 0,20; 0,32; 0,52; 0,73 y 0,92 cm. Para el tratamiento 2 con un diámetro de 0,15; 0,23; 0,31; 0,51, 0,70 y 0,91 cm. Para el tratamiento 3 con un diámetro de 0,16; 0,20; 0,29; 0,48; 0,70 y 0,88 cm y para el

tratamiento 4 con un diámetro de 0,20, 0,30, 0,39, 0,59; 0,80 y 0,99 cm resultados después de haber aplicado agua con magnetización.

**Figura 20:** Promedios de diámetro de tallo en la curva de crecimiento en las plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka a los 10, 20, 30, 40, 50 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización.



Elaborado por: Tapia, B. 2021

En la figura número 9 se muestra los resultados de diámetro de tallo, en la curva de crecimiento muestra para todos los tratamientos, es evidente que el uso del agua con magnetización, en este caso el agua sin magnetizar (T4) se muestra un notable porcentaje de diámetro de tallo, en los tratamientos con agua magnetizada de 1000 (T1) y 3000 (T2) Gauss también genera un porcentaje notable de diámetro de tallo, mientras que el tratamiento 3 muestra un promedio aceptable en diámetro de tallo.

(González, 2016) En la aplicación de agua y semilla magnetizada de rábano muestra que existió variación significativa en el diámetro de tallo de (*Raphanus sativus*) a 2.6 cm-Mientras tanto (Montenegro, 2018) manifiesta que alcanzó un diámetro de tallo de 0.80 cm es menor a los datos arrojados por el mejor tratamiento magnético (0.88 cm). Reporta que el tallo se va agrandando como resultado de mejorar el intercambio catiónico entre el suelo y las plantas mediante aplicación de alternativas ecológicas como la aplicación de agua magnetizada promoviendo una mejor disponibilidad y absorción de los nutrientes presentes.

### 17.6. VOLUMEN DE LA RAÍZ (cm<sup>3</sup>)

En la tabla número 17 de la variable volumen de raíz de las plantas de amaranto, se muestra los resultados del análisis de varianza para los días 20, 40 y 60 días donde se puede observar que no existe significancia estadística para los tratamientos, indicando coeficientes de variación de 17,82% para el día 20, de 26,29% para el día 40 y de 27,28 para el día 60 indicando que los datos del experimento no presentaron alta variabilidad y se manejó con regularidad.

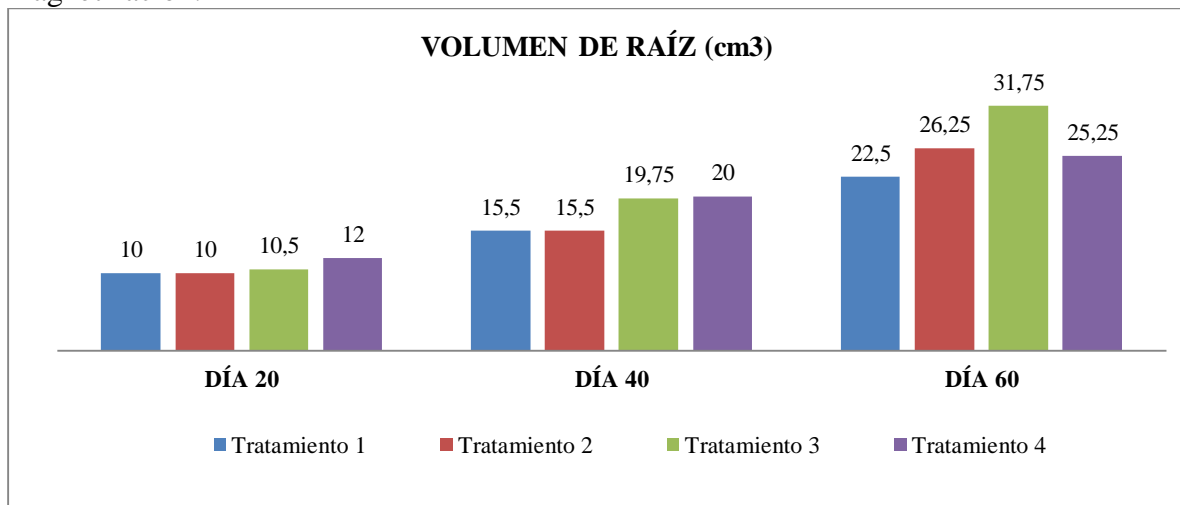
**Tabla 18:** Análisis de varianza para volumen de raíz (cm<sup>3</sup>) a los 20, 40 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización.

DÍAS	20					40					60				
F.V.	SC	gl	F	P-valor	Sig.	SC	gl	F	P-valor	Sig.	SC	gl	F	P-valor	Sig.
REPETICIÓN	18,75	3	1,74	0,2275	NS	274,19	3	4,23	0,0402	*	1483,19	3	9,51	0,0038	*
TRATAMIENTO	10,75	3	1	0,4363	NS	76,69	3	1,18	0,3698	NS	180,69	3	1,16	0,378	NS
Error	32,25	9				194,56	9				468,06	9			
Total	61,75	15				545,44	15				2131,94	15			
CV%	17,82					26,29					27,28				
PROMEDIO	10,63					17,69					26,44				

*Nota:* F.V. = Fuentes de Variación, SC= Suma de Cuadrados, gl= Grados de Libertad, CM= Cuadrados Medios, CV= Coeficiente de variación. ns= No significativo, (\*)= significativo, (\*\*)= altamente significativo.

Elaborado por: Tapia, B. 2021

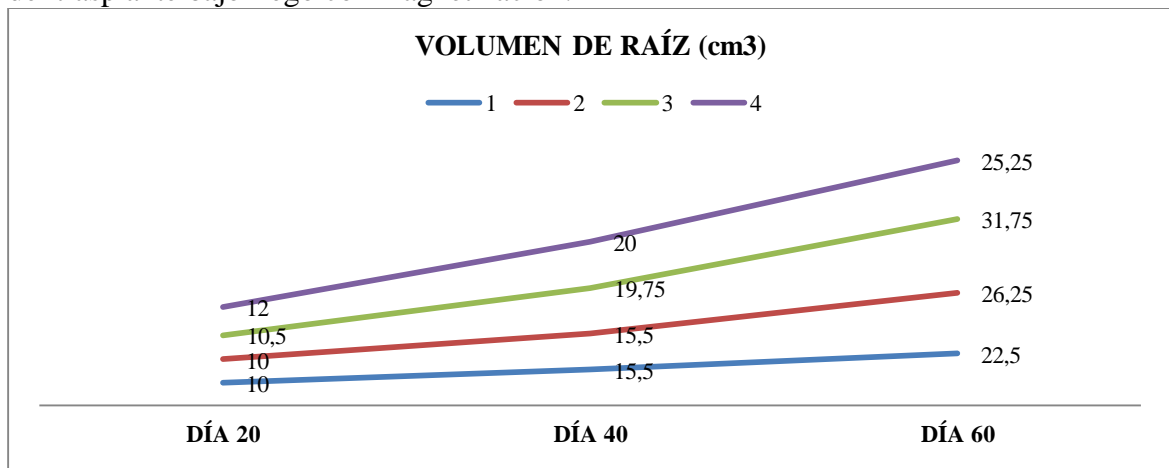
**Figura 21:** Promedios volumen de raíz de plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka a los 20, 40 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización.



Elaborado por: Tapia, B. 2021

En la figura 21, se muestra el promedio de volumen de raíz en plantas de amaranto para los días 20, 40, y 60 en el tratamiento 1 con volumen de 10; 15,5 y 22,5 cm<sup>3</sup>. Para el tratamiento 2 con un volumen de 10; 15,5 y 26,25 cm<sup>3</sup>. Para el tratamiento 3 con un volumen de 10,5; 19,75 y 31,75 cm<sup>3</sup> y para el tratamiento 4 con un volumen de 12, 20 y 25,25 cm<sup>3</sup> resultados después de haber aplicado agua con magnetización.

**Figura 22:** Promedios de volumen de raíz en la curva de crecimiento en la plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka a los 20, 40 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización.



Elaborado por: Tapia, B. 2021

En la figura número 11 se muestra los resultados de volumen de raíz, en la curva de crecimiento muestra para todos los tratamientos, es evidente que el uso del agua con magnetización, de 5000 (T3) y 3000 (T2) Gauss son notables en el volumen de raíz, mientras que el tratamiento 1 muestra que el riego con magnetización si es viable y el tratamiento 4 agua sin magnetizar muestra un promedio notable en el volumen de raíz.

El sistema radical crece más aplicándole riego con agua tratada magnetizada que con agua normal, siendo motivo de varios estudios en especies que muestran un aspecto relevante, pues alcanza en varias ocasiones hasta el doble de longitud. (Alemán et al., 2010)

El aumento de la variable longitud de la raíz con tratamientos magnéticos en relación a el agua común sin tratar fue semejante a los resultados obtenidos por otros investigadores como (A & Smith, 2020) que indica que con el magnetismo el sistema radicular se desarrolla más que con el tratamiento con agua normal.

(Limonta, 2011) Expone que en investigaciones realizadas con el magnetismo las raíces de las plantas indicaron mayor cantidad de pelos absorbentes este resultado tiene trascendental

importancia ya que es a partir de la zona de los pelos radicales el sitio de máxima absorción de nutrientes por las raíces.

(Alvarado & Blanco, 2012) Muestra un incremento significativo en el crecimiento de la raíz con magnetismo respecto al testigo en el cultivo del Romero (*Rosmarinus officinalis L.*) donde sistema radicular creció hasta 2.35 veces más que en el testigo.

### 17.7. ÁREA FOLIAR (cm<sup>2</sup>)

En la tabla número 18 de la variable área foliar de las plantas de amaranto, se muestra los resultados del análisis de varianza para los días 20, 40, y 60 donde se observar que no existe significancia estadística para los tratamientos, indicando coeficientes de variación de 34,83% para el día 20, de 27,69% para el día 40 y de 18,05% para el día 60 indicando que los datos del experimento no presentaron alta variabilidad y la variable área foliar se manejó con regularidad.

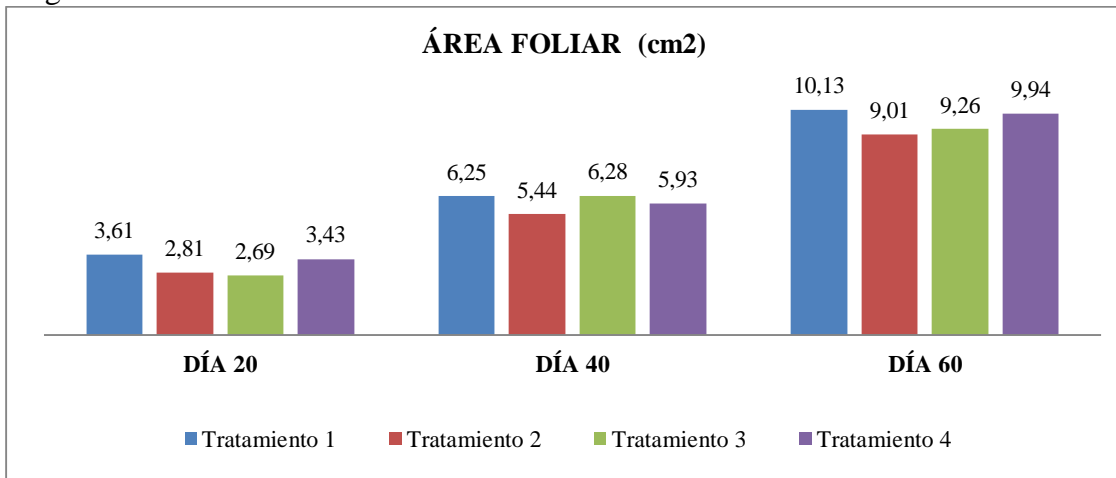
**Tabla 19:** Análisis de varianza para **área** foliar (cm<sup>2</sup>) a los 20, 40 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización.

DÍAS	20					40					60					
	F.V.	SC	gl	F	P-valor	Sig.	SC	gl	F	P-valor	Sig.	SC	gl	F	P-valor	Sig.
REPETICIÓN	2,65	3	4	0,7	0,554	NS	14,6	3	1,7	0,219	NS	9,22	3	1,03	0,425	NS
TRATAMIENTO	2,47	3	9	0,6	0,581	NS	1,83	3	0,2	0,878	NS	3,41	3	0,38	0,769	NS
Error	10,7	9					24,6	9				26,9	9			
Total	15,8	15					41,0	15				39,5	15			
CV%	34,8						27,6					18,0				
PROMEDIO	3						9					5				
	3,13						5,97					9,58				

**Nota:** F.V. = Fuentes de Variación, SC= Suma de Cuadrados, gl= Grados de Libertad, CM= Cuadrados Medios, CV= Coeficiente de variación. ns= No significativo, (\*)= significativo, (\*\*)= altamente significativo.

Elaborado por: Tapia, B. 2021

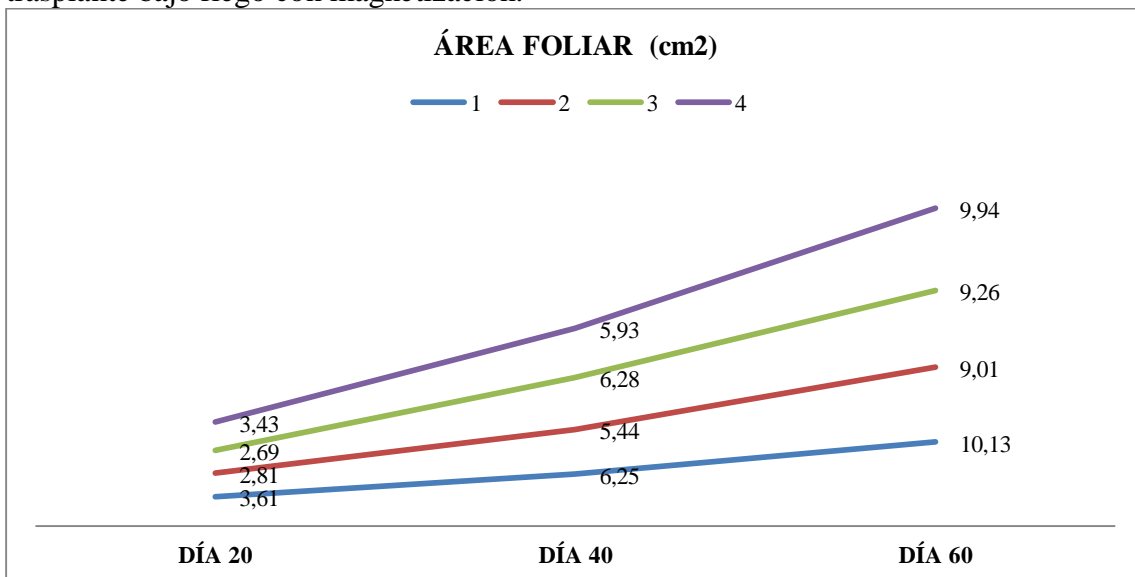
**Figura 23:** Promedios área foliar (cm<sup>2</sup>) de plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka a los 20, 40 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetismo.



Elaborado por: Tapia, B. 2021

En la figura 23, se muestra el promedio de área foliar en plantas de amaranto para los días 20, 40, y 60 en el tratamiento 1 con área foliar de 3,61; 6,25 y 10,13 cm<sup>2</sup>. Para el tratamiento 2 con área foliar de 2,81; 5,44 y 9,01 cm<sup>2</sup>. Para el tratamiento 3 con un área foliar de 2,69; 6,28 y 9,26 cm<sup>2</sup> y para el tratamiento 4 con área foliar de 3,43; 5,93 y 9,94 cm<sup>2</sup> resultados después de haber aplicado agua con magnetización.

**Figura 24:** Promedios de área foliar en la curva de crecimiento en las plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka a los 20, 40 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización.



Elaborado por: Tapia, B. 2021

En la figura 13 se muestra los resultados de área foliar, en la curva de crecimiento muestra para todos los tratamientos, es evidente que el uso del agua con magnetización, de 1000 (T1) y 5000 (T3) Gauss son notables en el área foliar, mientras que el tratamiento 2 muestra que el riego con magnetización si es viable y el tratamiento 4 agua sin magnetizar muestra un promedio alto en el área foliar.

El aumento de biomasa de un vegetal se realiza a partir del área foliar expandida como fuente de producción de foto asimilados (Benedetto, 2016), (Fu, 2012) Encontró diferencias significativas en el tamaño y crecimiento de la hoja, al utilizar campos magnéticos 3.300 y 4.900 G en el tratamiento de semillas de rábano antes de siembra.

(Félix & Mamani, 2017) En experimentos realizados utilizó agua magnetizada y no magnetizada (testigo) de distintas fuentes agua de riego normal y se observó un crecimiento significativo en el crecimiento del área de la hoja, (De León González, F., Payan Zelaya, F., Pérez Jerónimo, G., Nava Rodríguez, V., & Aime, 1997) muestra que si existe limitaciones en la absorción de nutrientes la variable área foliar podría bajar considerablemente indicando en su experimento que el área foliar en la plantas de amaranto se redujo hasta un 46%.

### 17.8. NÚMERO DE HOJAS

En la tabla número 19 de la variable número de hojas de las plantas de amaranto, se muestra los resultados del análisis de varianza para los días 10, 20, 30, 40, 50 y 60 donde se puede observar que no existe significancia estadística para los, mostrando coeficientes de variación de 10,58% para el día 10, de 6,35% para el día 20, de 6,61% para el día 30, de 5,29% para el día 40, de 4,17% para el día 50 y de 3,63% indicando que los datos del experimento no presentaron alta variabilidad.

**Tabla 20:** Análisis de varianza para número de hojas por planta a los 10, 20, 30, 40, 50 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización.

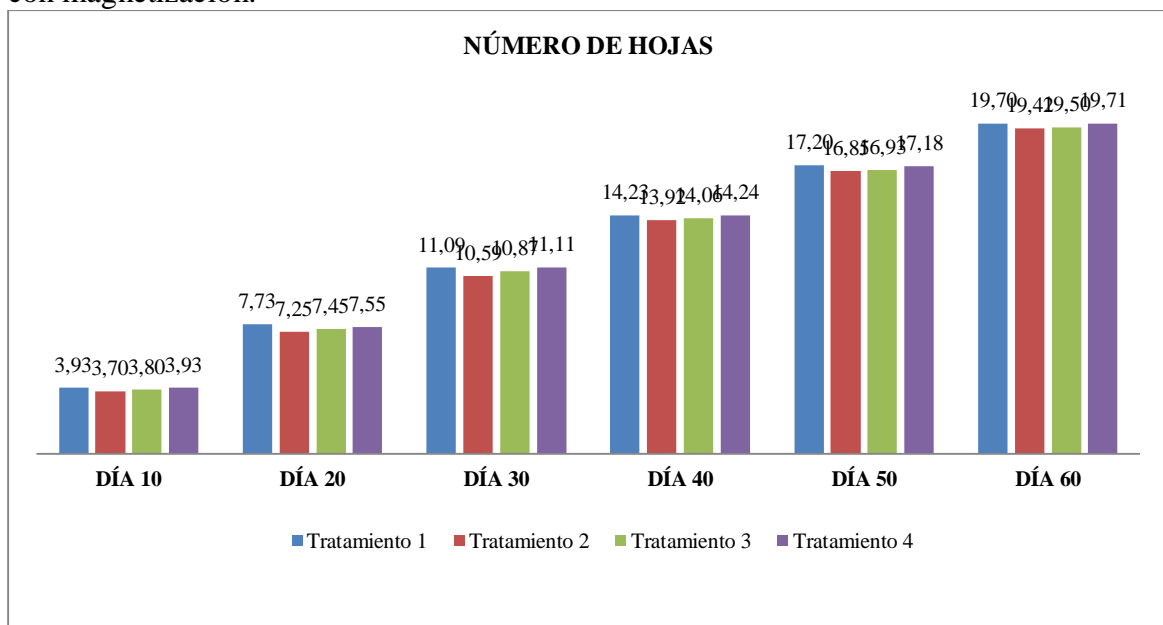
DÍAS	10					20					30				
	SC	gl	F	P-valor	Sig.	SC	gl	F	P-valor	Sig.	SC	gl	F	P-valor	Sig.
<b>REPETICIÓN</b>	2,03	3	4,11	0,043	*	2,6	3	3,83	0,0509	NS	5,07	3	3,25	0,0741	NS
<b>TRATAMIENTO</b>	0,14	3	0,29	0,8328	NS	0,47	3	0,7	0,5778	NS	0,71	3	0,45	0,721	NS
<b>Error</b>	1,48	9				2,04	9				4,69	9			
<b>Total</b>	3,66	15				5,11	15				10,47	15			
<b>CV%</b>	10,58					6,35					6,61				
<b>PROMEDIO</b>	3,84					7,49					10,91				

40					50					60				
SC	gl	F	P-valor	Sig.	SC	gl	F	P-valor	Sig.	SC	gl	F	P-valor	Sig.
4,89	3	2,93	0,0923	NS	7,19	3	4,75	0,0299	*	10,03	3	6,62	0,0118	*
0,29	3	0,17	0,913	NS	0,36	3	0,24	0,8671	NS	0,26	3	0,17	0,9129	NS
5,01	9				4,54	9				4,54	9			
10,18	15				12,09	15				14,83	15			
5,29					4,17					3,63				
10,91					17,04					19,58				

**Nota:** F.V. = Fuentes de Variación, SC= Suma de Cuadrados, gl= Grados de Libertad, CM= Cuadrados Medios, CV= Coeficiente de variación. ns= No significativo, (\*)= significativo, (\*\*)= altamente significativo.

**Elaborado por:** Tapia, B. 2021

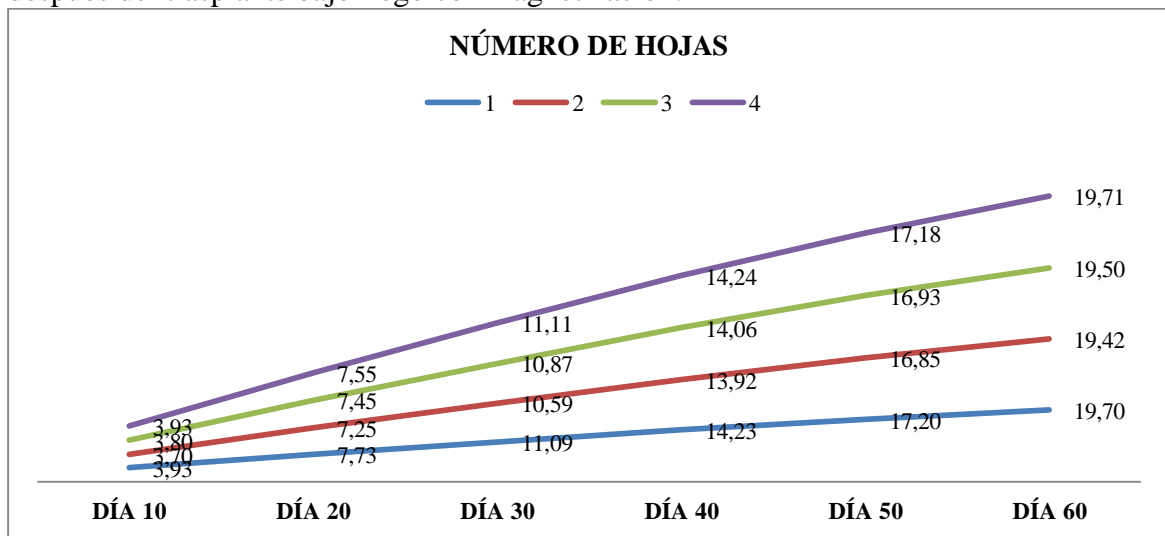
**Figura 25:** Promedios de número de hojas de plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka a los 10, 20, 30, 40, 50 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización.



**Elaborado por:** Tapia, B. 2021

En la figura 25, se muestra el promedio de número de hojas en plantas de amaranto para los días 10, 20, 30, 40, 50 y 60 en el tratamiento 1 con un número de 3,93; 7,73; 11,09; 14,23; 17,20 y 19,70 hojas. Para el tratamiento 2 con un número de 3,70; 7,25; 10,59; 13,92, 16,81 y 19,40 hojas. Para el tratamiento 3 con un número de 3,80; 7,45; 10,87; 14,06; 16,93 y 19,51 hojas y para el tratamiento 4 con un número de 3,93; 7,55; 11,11; 14,24; 17,18 y 19,71 hojas resultados después de haber aplicado agua con magnetización.

**Figura 26:** Promedios de número de hojas en la curva de crecimiento en las plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka a los 10, 20, 30, 40, 50 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización.



Elaborado por: Tapia, B. 2021

En la figura número 15 se muestra los resultados de número de hojas, en la curva de crecimiento muestra para todos los tratamientos, es evidente que el uso del agua con magnetización, de 3000 (T2) y 5000 (T3) Gauss son notables en el número de hojas, mientras que el tratamiento 1 muestra que el riego con magnetización un promedio alto en número de hojas y el tratamiento 4 agua sin magnetizar muestra un promedio alto en el número de hojas. (De León González, F., Payan Zelaya, F., Pérez Jerónimo, G., Nava Rodríguez, V., & Aime, 1997) Muestra que no existe variación en el variable número de hojas en el cultivo de amaranto cuando existe limitación en la absorción de nutrientes mostrando rangos de significancia similares con la aplicación de los tratamientos.

### 17.9. CONTENIDO DE CLOROFILA (CCI)

En la tabla número 20 se muestra los datos de análisis de varianza para el contenido de clorofila al día 20, 40 y 60, donde se indica que no existe significancia estadísticas para los tratamientos, con un coeficiente de variación de 10,25% para el día 20, de 13,15% para el día 40 y de 8,54% para el día 60 mostrando que no existió variabilidad en los datos.

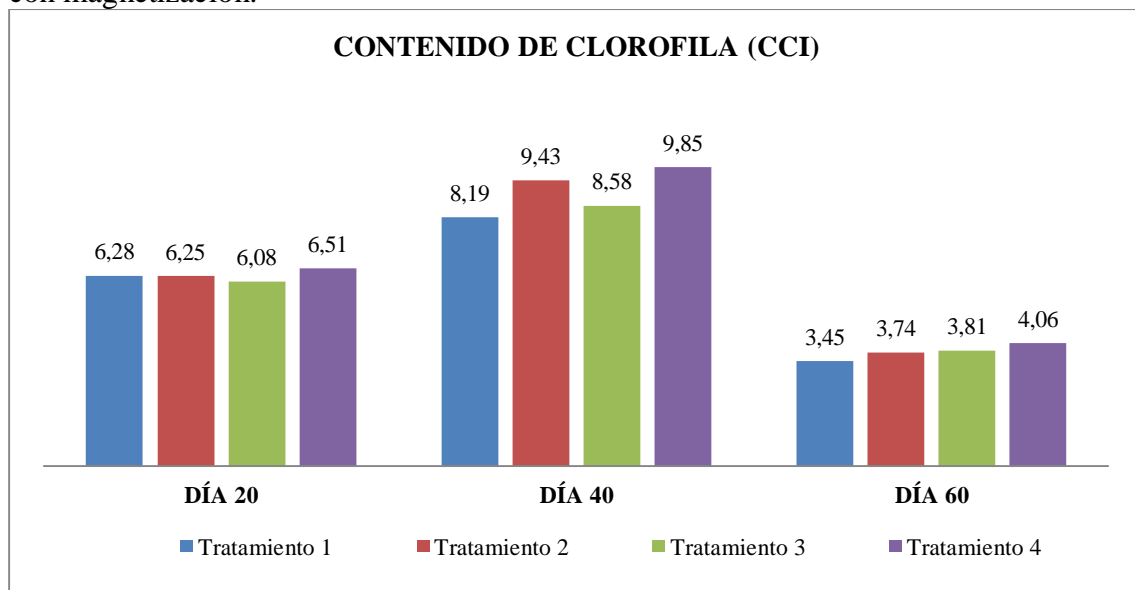
**Tabla 21:** Análisis de varianza para el índice de concentración de clorofila a los 20, 40 y 60 días después de aplicar riego con magnetización.

DÍAS	20					40					60				
F.V.	SC	gl	F	P-valor	Sig.	SC	gl	F	P-valor	Sig.	SC	gl	F	P-valor	Sig.
REPETICIÓN	4,41	3	3,55	0,061	NS	37,25	3	8,84	0,0048	*	1	3	3,24	0,0745	NS
TRATAMIENTO	0,37	3	0,3	0,8263	NS	6,99	3	1,66	0,2444	NS	0,74	3	2,39	0,136	NS
Error	3,73	9				12,64	9				0,93	9			
Total	8,51	15				56,89	15				2,68	15			
CV%	10,25					13,15					8,54				
PROMEDIO	6,28					9,01					3,76				

**Nota:** F.V. = Fuentes de Variación, SC= Suma de Cuadrados, gl= Grados de Libertad, CM= Cuadrados Medios, CV= Coeficiente de variación. ns= No significativo, (\*)= significativo, (\*\*)= altamente significativo.

Elaborado por: Tapia, B. 2021

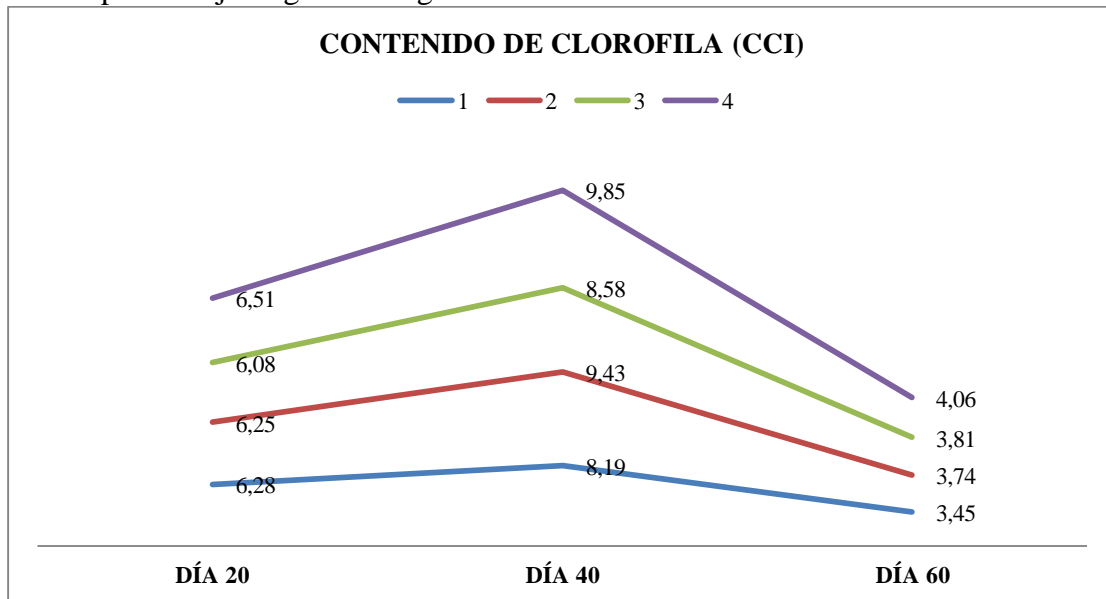
**Figura 27:** Promedios de contenido de clorofila de plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka a los 20, 40, y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización.



Elaborado por: Tapia, B. 2021

En la figura 27, se muestra el contenido de clorofila en plantas de amaranto para los días 10, 20, 30, 40, 50 y 60 en el tratamiento 1 con una concentración de 6,28; 8,19 y 3,45 CCI. Para el tratamiento 2 con una concentración de 6,25; 9,43 y 3,74 CCI. Para el tratamiento 3 con una concentración de 6,08; 8,58 y 3,81 CCI y para el tratamiento 4 con una concentración de 6,51; 9,85 y 4,06 CCI resultados después de haber aplicado agua con magnetización.

**Figura 28:** Promedios de contenido de clorofila en la curva de crecimiento en las plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka a los 20, 40 y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización.



Elaborado por: Tapia, B. 2021

En la figura número 17 se muestra los resultados de contenido de clorofila, en la curva de crecimiento muestra para todos los tratamientos, es evidente que el uso del agua con magnetización, de 3000 (T2), 5000 (T3) y 1000 (T1) Gauss a los 20, 40 y 60 días son altamente notables el contenido de clorofila, mientras que en el tratamiento 4 en los 20, 40 y 60 días agua sin magnetizar muestra un promedio notable de contenido de clorofila.

Los campos magnéticos elevan la energía contenida en los cloroplastos ya que tienen sus propiedades paramagnéticas. Esto provoca que los átomos de los cloroplastos se alineen hacia la dirección del campo magnético externo lo que consecuentemente acelera el metabolismo (Ragab Moussa, 2011)

(Aguilar et al., 2020) El contenido de clorofila esta correlacionado con la producción de nitrógeno y otros micro y macro elementos. (Qados & Hozayn, 2010) con la aplicación de tratamientos magnéticos se presencia un aumento en el contenido de pigmento fotosintético, tales como clorofila a (46%), clorofila b (67.8%) y los carotenoides (55%), índole total (18.2%) y fenol (33.35%) de contenido.

### 17.10. ÍNDICE DE FLORACIÓN (cm)

En la tabla número 21 se muestra los datos de análisis de varianza para el índice de floración al día 5, 10 y 15, donde se indica que no existe significancia estadísticas para los tratamientos,

con un coeficiente de variación de 34,28% para el día 5, de 24,43% para el día 10 y de 19,08% para el día 15 mostrando que no existió variabilidad en los datos.

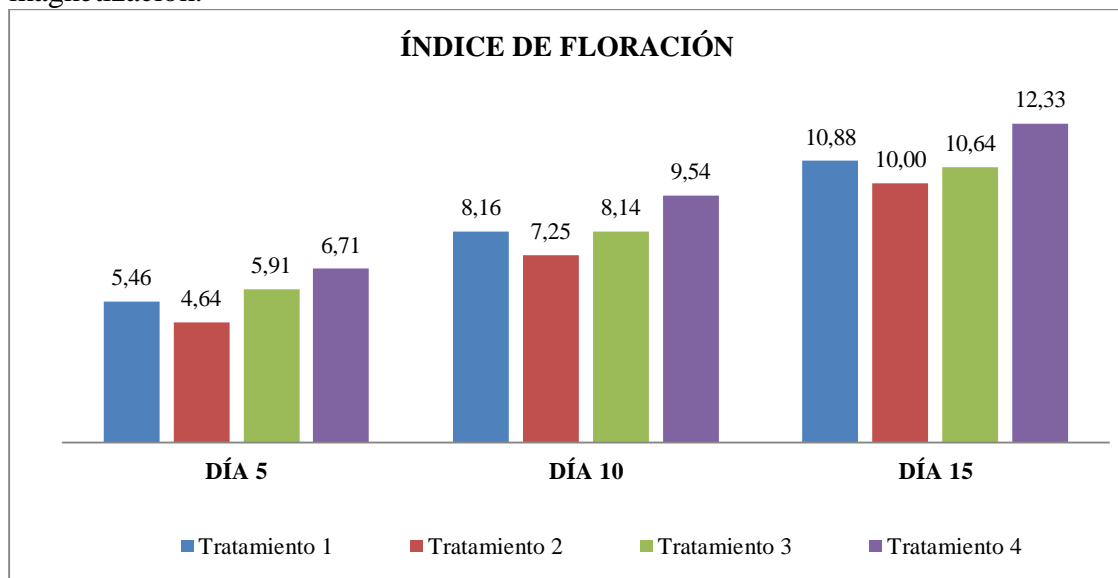
**Tabla 22:** Análisis de varianza para el índice de concentración de clorofila a los 5, 10 y 15 días después de aplicar riego con magnetización.

DÍAS	5					10					15				
F.V.	SC	gl	F	P-valor	Sig.	SC	gl	F	P-valor	Sig.	SC	gl	F	P-valor	Sig.
REPETICIÓN	89,12	3	7,84	0,007	*	75,52	3	6,17	0,0145	*	55,79	3	4,25	0,0396	*
TRATAMIENTO	8,98	3	0,79	0,5293	NS	10,72	3	0,88	0,489	NS	11,67	3	0,89	0,4828	NS
Error	34,1	9				36,74	9				39,37	9			
Total	132,19	15				122,98	15				106,83	15			
CV%	34,28					24,43					19,08				
PROMEDIO	5,68					8,27					10,96				

**Nota:** F.V. = Fuentes de Variación, SC= Suma de Cuadrados, gl= Grados de Libertad, CM= Cuadrados Medios, CV= Coeficiente de variación. ns= No significativo, (\*)= significativo, (\*\*)= altamente significativo.

Elaborado por: Tapia, B. 2021

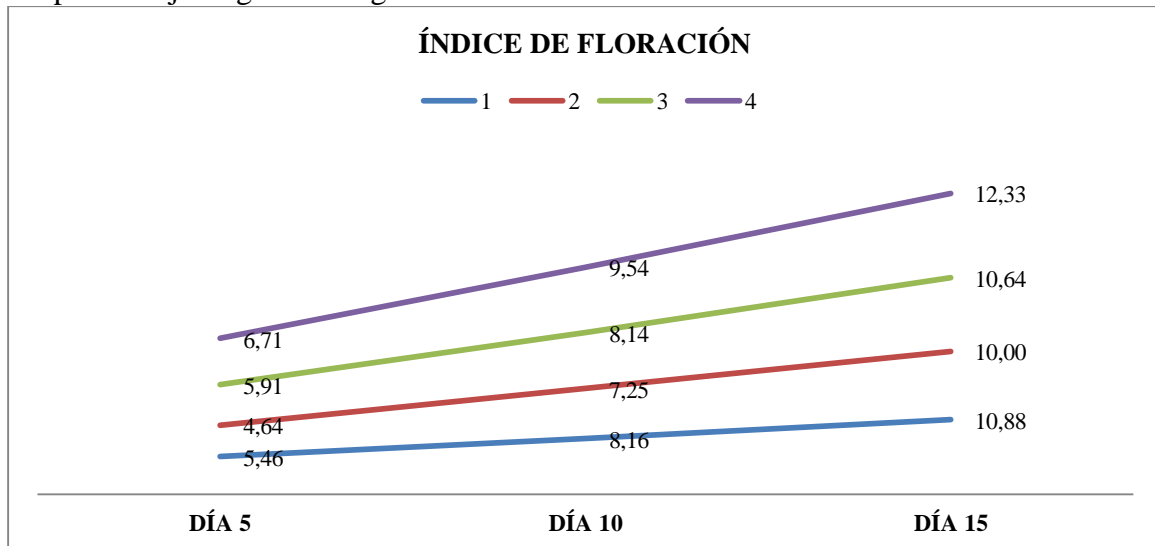
**Figura 29:** Promedios de índice de floración de plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka a los 5, 10, y 15 días después del trasplante bajo riego con magnetización.



Elaborado por: Tapia, B. 2021

En la figura 29, se muestra el índice de floración en plantas de amaranto para los días 5, 10 y 15 en el tratamiento 1 con un índice de 5.46; 8,16 y 10,88 cm. Para el tratamiento 2 con un índice de 4,64; 7,25 y 10,00 cm. Para el tratamiento 3 con un índice de 5,91; 8,14 y 10,64 cm y para el tratamiento 4 con un índice de 6,71; 9,54 y 12,33 resultados después de haber aplicado agua con magnetización.

**Figura 30:** Promedios de índice de floración en la curva de crecimiento en las plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka a los 5, 10 y 15 días después del trasplante bajo riego con magnetización.



Elaborado por: Tapia, B. 2021

En la figura número 19 se muestra los resultados de índice de floración, en la curva de crecimiento muestra para todos los tratamientos, es evidente que el uso del agua con magnetización, de 5000 (T3), 3000 (T2) y 1000 (T1) Gauss a los 5, 10 y 15 días son notables el índice de floración, mientras que en el tratamiento 4 en los 5, 10 y 15 días agua sin magnetizar muestra un promedio altamente notable de índice de floración.

Son muy vistosas y se presentan desde totalmente erectas hasta decumbentes y en cuanto a colores pueden observarse amarillas, naranjas, café, amarillentas, rojas, rosadas, o púrpuras. (Cabrera, 1989)

El amaranto presenta flores unisexuales pequeñas, estando las estaminadas en el ápice del glomérulo y las pistiladas completan el glomérulo, el androceo está formado por cinco estambres de color morado que sostienen a las anteras por un punto cercano a la base, el gineceo presenta ovario esférico, súpero coronado por tres estigmas filiformes y pilosos, que aloja a una sola semilla. El glomérulo es una ramificación dicásial cuya primera flor es terminal y siempre masculina, en cuya base nacen dos flores laterales femeninas, cada una de las cuales origina otras dos flores laterales femeninas y así sucesivamente. (Del Rosal, 2003)

## **18. IMPACTOS.**

Se espera persuadir a los agricultores para realizar la implementación de nuevas formas de producción que permitan usar los recursos disponibles y aprovechables. También se espera difundir la utilización de este tipo de tecnología como un método nuevo para para realizar seguimientos en los cultivos.

### **18.1. Técnicos.**

El proyecto de investigación aplica tecnológicas limpias, por tal motivo reduce costos de producción y mejora la calidad del agua, ya que nos ayudara al rendimiento de las variables de agua, planta y suelo.

### **18.2. Sociales.**

Incremento de la producción e incrementa la tasa de empleo para las familias de los agricultores.

### **18.3. Ambientales.**

Con la aplicación de esta alternativa ecológica se pretende mejorar la calidad de agua evitando el uso indiscriminado de la misma.

### **18.4. Económicos.**

La producción de plantas de amaranto de mejor calidad genera ingresos económicos aumentando la comercialización.

## 19. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 19.1. CONCLUSIONES.

- El resultado del agua después de ser tratada con magnetización muestra que existe variación, cambios en las propiedades químicas a comparación del testigo, se muestra para el tratamiento 1 la dureza 196 mg/l de CaCO<sub>3</sub>, siendo moderadamente dura, pH de 7,97 básico, conductividad eléctrica de 412 rango moderado, alcalinidad de 3,822, TDS mg/l de 207, SO<sub>4</sub> de 24, NO<sub>3</sub> 1,4 y nivel de cloro 0,10. Tratamiento 2 la dureza 166 mg/l de CaCO<sub>3</sub> siendo moderadamente dura, pH de 7,92 básico, conductividad eléctrica de 417 rango moderado, alcalinidad de 3,822, TDS mg/l de 209, SO<sub>4</sub> de 22, NO<sub>3</sub> 1,7 y nivel de cloro 0,10. Tratamiento 3 la dureza 146mg/l de CaCO<sub>3</sub> siendo moderadamente dura, pH de 7,9 básico, conductividad eléctrica de 420 rango moderado, alcalinidad de 2,254, TDS mg/l de 210, SO<sub>4</sub> de 22, NO<sub>3</sub> 1,7 y nivel de cloro 0,10. Tratamiento 4 agua sin magnetizar muestra la dureza de 256 mg/l de CaCO<sub>3</sub> siendo agua dura, pH de 8,02 básico, conductividad eléctrica de 419 rango moderado, alcalinidad de 2,842, TDS mg/l de 210, SO<sub>4</sub> de 21, NO<sub>3</sub> 1,3 y nivel de cloro 0,20.
- Los resultados del suelo muestran cambios al aplicar riego con magnetización, los parámetros analizados son pH y conductividad eléctrica cambian. Teniendo un pH de suelo inicial de 7,96 y conductividad eléctrica de 0,33. El tratamiento 4 sin magnetización tiene un pH de 8,53 y conductividad eléctrica disminuye a 0,28. El tratamiento 1 un pH de 8,36 y 0,27 conductividad eléctrica, disminuye al aumentar la intensidad magnética. El tratamiento 2 un pH de 8,26 y aumenta a de 0,32 la conductividad eléctrica. El tratamiento 3 un pH de 8,25, en conductividad eléctrica disminuye a 0,29.
- El efecto del campo magnético en plantas de Amaranto ha sido investigado mediante el riego por goteo, los resultados revelan efectos beneficiosos en las variables agronómicas, se puede observar que en general la aplicación del agua sometida a campos magnéticos, existe notables cambios en las variables que se evaluaron en diferentes tratamientos con sus respectivos imanes de diferentes intensidades, en comparación con un testigo.
- Los resultados de la investigación apuntan a que los diferentes tipos de tratamiento con campos magnéticos podrían ser implementados como estrategia para mejorar el

crecimiento y rendimiento de algunos cultivos. además de brindar cierto nivel de protección contra los efectos nocivos de algunos factores de estrés abiótico, aunque para ello se requiere de investigación exhaustiva en los diferentes cultivos.

## **19.2. RECOMENDACIONES.**

- Realizar más investigaciones en relación a la aplicación de agua magnetizada en diferentes tipos de suelo debido a que la información que existe es escasa.
- Seguir evaluando la aplicación de agua magnetizada en diferentes cultivos y en diferentes etapas fenológicas para seguir determinando su efecto.
- Aplicar la magnetización de agua, realizando previos análisis para evaluar los elementos que variaron, como son: pH y boro.
- Seguir evaluando para saber sobre los efectos positivos del agua magnetizada en las plantas, aún no se han esclarecidos los mecanismos por los cuales se generan dichos efectos positivos, es por esto, que son necesarias más investigaciones en el tema para lograr comprender dichos mecanismos.
- Se requiere de investigación exhaustiva en los diferentes cultivos para determinar si existe protección contra los efectos nocivos de algunos factores abióticos.

## 20. BIBLIOGRAFÍA.

- A, E. S. S., & Smith, D. (2020). EFFECT OF PULSED MAGNETIC FIELDS ON ROOT DEVELOPMENT IN PLANT CUTTINGS PRELIMINARY OBSERVATIONS. *Bioelectrochemistry Ond Bioenergetics*, 173, 18–22. [https://doi.org/10.1016/0302-4598\(84\)85098-9](https://doi.org/10.1016/0302-4598(84)85098-9)
- About El-Yazied, A. 1.-G.-S. (2012). Effect of Magnetic Field Treatments for Seeds and Irrigation Water as Well as N, P and K Levels on Productivity of Tomato Plants. *Journal of Applied Sciences Research*, 2088-2099.
- Aguilar, C. H., C., A. C., Domínguez-Pacheco, A., Cruz-Orea, A., Martínez, E., & Bonilla, J. L. L. (2020). *Estudio del Contenido de Clorofila aplicando Espectroscopia Fotoacústica en hojas de plántulas provenientes de semillas de maíz que fueron regadas con agua magnetizada . el riego de plántulas de maíz con agua Las amplitudes señales el programa SAS , consi. 15.* <https://magnetismocnea.files.wordpress.com/2010/08/agricultura.pdf>
- Albys E. Ferrer Dubois, Y. F. (2019). *Campos Magnéticos – Electromagnéticos y la Biotecnología Agrícola.*
- Alemán, E. I., Dubois, A. F., Fung, Y., & Autor, B. (2010). *Efecto de la aplicación de un campo electromagnético sobre el contenido de proteínas solubles y carbohidratos de embriones cigóticos de Coffea arabica L. cultivados in vitro.* 10(1), 53–56.
- Alvarado, K., & Blanco, A. (2012). Efecto del agua magnetizada en algunos parámetros morfológicos de las especies romero ( *Rosmarinus officinalis* ) y llantén menor ( *Plantago lanceolata* ). *Centro Agrícola*, 39(3), 81–86.
- Amaya, A., Carbonell, M., & Martínez, R. (2020). Incidencia de campos magnéticos estacionarios en la germinación y crecimiento de semillas. *Agricultura: Revista Agropecuaria y Ganadera*, 1049–1054. [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_Agri/Agri\\_1996\\_773\\_1049\\_1054.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Agri/Agri_1996_773_1049_1054.pdf)
- Bastidas., M. (2017). *EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES SISTEMAS DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE AMARANTO (Amaranthus quitensis) y (Amaranthus hypochondriacus)”. Obtenido de EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES SISTEMAS DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE .*

- Benedetto, D. I. (2016). Técnicas de análisis de crecimiento de plantas: su aplicación a cultivos intensivos. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*.
- Cabrera, C. (1989). EL CULTIVO DE AMARANTO *Amaranthud spp* UNA ALTERNATIVA AGRONÓMICA PARA ECUADOR. *Naciones Unidas*, VII(52), 19. <http://190.12.16.188/bitstream/41000/2688/1/iniapscpm52.pdf><http://ambiental.uaslp.mx/URLdeestedocumento:http://ambiental.uaslp.mx/docs/LMNC-AU-9911-AgronSiglo.pdf><http://www.sela.org/media/2262361/agenda-2030-y-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible>.
- Carbonell, M., Flórez, M., & Martínez, E. (2003). Estimulación de la germinación y el crecimiento por exposición a campos magnéticos. *Investigación y Ciencia*, 324, 24–28. [https://www.researchgate.net/profile/Elvira-Martinez-4/publication/285810755\\_Estimulacion\\_de\\_la\\_germinacion\\_y\\_el\\_crecimiento\\_por\\_exposicion\\_a\\_campos\\_magneticos/links/58060fbd08ae5ad188161dc3/Estimulacion-de-la-germinacion-y-el-crecimiento-por-exposicion-a](https://www.researchgate.net/profile/Elvira-Martinez-4/publication/285810755_Estimulacion_de_la_germinacion_y_el_crecimiento_por_exposicion_a_campos_magneticos/links/58060fbd08ae5ad188161dc3/Estimulacion-de-la-germinacion-y-el-crecimiento-por-exposicion-a)
- Casa, B. (2014). *Evaluación de la fijación de nitrógeno de cepas de rhizobium spp. en invernadero, para arveja ( Pisum sativum), chocho ( Lupinus mutabilis), fréjol ( Phaseolus vulgaris), haba (Vicia faba) y vicia ( vicia sp.), Cutuglagua- Pichincha.*
- Casa, C. (2017). *EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO CON LA UTILIZACIÓN DE BIOESTIMULADORES DE CRECIMIENTO ORGÁNICO EN DOS VARIEDADES DE AMARANTO (Amaranthus spp) ORIGINARIOS DE VNISSOK (Rusia) PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA BAJOCUBIERTA, SECTOR LASSO-LATACUNGA.*
- Chagaray, A. (2005). *Estudio de Factibilidad del Cultivo del Amaranto . Obtenido de Estudio de Factibilidad del Cultivo del Amaranto.*
- Chicaiza, J. (2019). Universidad Técnica de Cotopaxi. *Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales*, 21–25.
- Chiliquina, V., & Taipe, C. (2009). Universidad Técnica de Cotopaxi. *Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales*, 118. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2740/1/T-UTC-00277.pdf>
- Córdova, H. (2011). INCREMENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA CON EL USO DE LA MAGNETIZACIÓN EN LAS AGUAS DE ALIMENTACIÓN A GENERADORES

DE VAPOR EN LA ALIMENTACIÓN A GENERADORES DE VAPOR EN LA INDUSTRIA AZUCARERA. *RTQ*, 31.

De León González, F., Payan Zelaya, F., Pérez Jerónimo, G., Nava Rodríguez, V., & Aime, M. (1997). *AREA FOLIAR, LONGITUD DE RAICES Y PRODUCCION DE GRANO DE Amaranthus hypocondriacus L. EN UN SUELO COMPACTADO* (pp. 170–179). <http://revistas.uach.cl/index.php/agrosur/article/view/3772>

Del Rosal, J. (2003). *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*. 76. [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1458/EVALUACION%20DE%20CALIDAD%20DE%20VIGOR%20Y%20GERMINACION%20EN%20GENOTIPOS%20DE%20AMARANTO \(Amaranthus spp.\)..pdf?sequence=1](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1458/EVALUACION%20DE%20CALIDAD%20DE%20VIGOR%20Y%20GERMINACION%20EN%20GENOTIPOS%20DE%20AMARANTO%20(Amaranthus%20spp.)..pdf?sequence=1)

Díaz J., M. E. (2004). Influencia del tratamiento magnético en la evaporación del agua. *Revista Ingeniería de Recursos Naturales y Del Ambiente.*, 1, 24–27.

Duarte, E., & Sarmiento, O. (2013). Influencia De Tratamiento Alternativo Del Agua De Riego En Los Requerimientos Hídricos De Algunas Hortalizas Para Condiciones De Deficiencias Hídricas. *Ingeniería de Recursos Naturales y Del Ambiente*, 12, 91–99. <https://www.redalyc.org/pdf/2311/231130851009.pdf>

El-Kholy, M., Samia, S., & Farag, A. (2015). Effect of Magnetic Water and Different Levels of NPK on Growth, Yield and Fruit Quality of Williams Banana Plant. *Nature and Science*, 13(7), 94–101. [https://www.researchgate.net/profile/Ahmed\\_Farag23/publication/279845373/inline/jsViewer/559b9bf708ae793d1382511b?inViewer=1&pdfJsDownload=1&origin=publication\\_detail&reviewAsPdf=false](https://www.researchgate.net/profile/Ahmed_Farag23/publication/279845373/inline/jsViewer/559b9bf708ae793d1382511b?inViewer=1&pdfJsDownload=1&origin=publication_detail&reviewAsPdf=false)

FAO. (2015). Agua y Cultivos logrando el uso óptimo del agua en la agricultura. *Organización de Las Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación*, 2–4. <http://www.fao.org/3/y3918s/Y3918S.pdf>

FAO. (2019). *Origen y Botánica de la especie*.

Félix, A., & Mamani, L. (2017). *Universidad mayor de san andrés facultad de agronomía carrera de ingeniería agronómica*.

Flórez, M., Martínez, E., Carbonell, M. (2002). (2002). Effect of Magnetic Field Treatment on Germination of Medicinal Plants *Salvia officinalis L.* and *Calendula officinalis L.* Polish



26(2), 177–185. <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180314732002.pdf>

Jiménez, E. V. (2017). *CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, FÍSICA Y FENOLOGÍA DE CUATRO VARIEDADES DE AMARANTO (Amaranthus sp.) PARA LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN CEVALLOS.*

Limonta, G. M. (2011). *Efecto del agua tratada con campo magnético estático sobre Meloidogyne spp . en Cucumis sativus en condiciones de cultivo protegido.* 38(4), 83–87.

Maheshwari, B. L., & Grewal, H. S. (2009). Magnetic treatment of irrigation water: Its effects on vegetable crop yield and water productivity. *Agricultural Water Management*, 96(8), 1229–1236. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.03.016>

Mamani, A. F. (2017). *APLICACIÓN DE AGUA MAGNETIZADA PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA (Solanum tuberosum L.) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PATACAMAYA.*

Martinez, C. (2015). Unidad iii diseños experimentales relacionados con un solo factor de estudio. *Universidad Autónoma Del Estado de México Facultad de Ciencias Agrícolas*, 13–15.

Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2015). Revisión y Actualización de la Norma de Calidad Ambiental y de Deacraga de Efluentes: Recurso Agua. *Registro Oficial No. 387*, 97, 1–40. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155128.pdf>

Montellano, R. (2014). *ESTUDIO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL DEL CULTIVO DE AMARANTO (Amaranthus caudatus) DE LA LINEA PROMISORIA UVA039 EN LA ZONA CENTRAL DEL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ -BOLIVIA, INVIERNO2013. Obtenido de ESTUDIO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL DEL CULTIVO DE AMARANTO.*

Montenegro, M. (2018). *Estudio de la incidencia de Barbary Plantae G2T, aplicado al suelo, en el rendimiento de dos híbridos de pepinillo (Cucumis sativus, L.), en la Comunidad de San Vicente de Pusir, Cantón Bolívar, Provincia del Carchi, 2017.* [http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/4384/1/TE-UTB-FACIAG-ING\\_AGRON-000098.pdf](http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/4384/1/TE-UTB-FACIAG-ING_AGRON-000098.pdf)

Moussa, H. (2011). The impact of magnetic water application for improving common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *New York Sci. J*, 4, 15–20.

Mujica & Quillahuamán, M. S. (1997). *Fenología del cultivo de la kiwicha (Amaranthus caudatus L.). Curso Taller Fenología de cultivos andinos y uso de la información agro*

*meteorológica Puno, Puno, Perú: INIA - PICA.*

Peralta, E. (2010). *Iniap Alergia variedad mejorada de Amaranto( Amaranthus caudatus).*

Qados, A. M. S. A., & Hozayn, M. (2010). Response of growth, yield, yield components and some chemical constituents of Flax for irrigation with magnetized and tap water. In *World Applied Sciences Journal* (Vol. 8, Issue 5, pp. 630–634).

Quiala, P. R. (2010). *Efecto del agua tratada con campo magnético estático sobre Meloidogyne spp en Cucumis sativus en condiciones de Cultivo Protegido.*

Ragab Moussa, H. (2011). The Impact of Magnetic Water Application for Improving Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Production. *New York Science Journal*, 4(6), 15–20. [http://www.sciencepub.net/newyork/ny0406/04\\_5558ny0406\\_15\\_20.pdf](http://www.sciencepub.net/newyork/ny0406/04_5558ny0406_15_20.pdf)

Rodríguez Zamora., J. (2009). Parámetros fisicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en conjunto con las Asociaciones Administradoras del Acueducto, (ASADAS), de cada distrito de Grecia, cantón de Alajuela, noviembre. *Revista Pensamiento Actual (San José)*, 9(12), 125–134.

Saavedra, S. F. (2013). *RESPUESTA DEL AMARANTO (Amaranthus caudatus L.) A LA FERTILIZACIÓN FOLIAR COMPLEMENTARIA CON TRES BIOESTIMULANTES. SAN JOSÉ DE MINAS, PICHINCHA.*

Sadeghipour, O. (2016). The Effect of Magnetized Water on Physiological and Agronomic Traits of Cowpea (*Vigna unguiculata* L.). *International Journal of Research in Chemical, Metallurgical and Civil Engineering*, 3(2). <https://doi.org/10.15242/ijrcmce.iae0716403>

Teixeira da Silva, J. D. (2014). *Impact of magnetic water on plant growth. Obtenido de Impact of magnetic water on plant growth.* 137–142.

Valverde, F. (1991). Colegio de Fostgraduados EFECTO DEL NITROGENO Y POTASIO EN EL DESARROLLO Y RENDIMIENTO DE AM ARANTO (Am aranthus hypochondriacus L.) TIPO MERCADO. *INIAP*, 113–115. <https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/931/1/iniapsctV135ef.pdf>

Vibrans, H. (2008). *No TitleEVALUACIÓN DE AZOLLA (Azolla filiculoides) COMO SUSTRATO EN LA PROPAGACIÓN SEXUAL DE DOS VARIEDADES DE AMARANTO: AMARANTO BLANCO (Amaranthus hypocondriacus L.) Y SANGORACHA (Amaranthus quitensis L.).*

Villacrés, M. R. (2016). *EVALUACIÓN DE AZOLLA (Azolla filiculoides) COMO SUSTRATO EN LA PROPAGACIÓN SEXUAL DE DOS VARIEDADES DE AMARANTO: AMARANTO BLANCO (Amaranthus hypocondriacus L.) Y SANGORACHA (Amaranthus quitensis L.)*.

Yadollahpour, A. R. (2014). Applications of Magnetic Water Technology in Farming and Agriculture Development: A Review of Recent Advances. *Corriente Mundial Del Medio Ambiente*, 9(3), 695–703.


Zuñiga., M. (2015). *EFEECTO DE LOS BIOLES UTILIZANDO TRES FUENTES DE NITRÓGENO EN EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE AMARANTO (Amaranthus quitensis H.B.K.) Y (Amaranthus hypochondriacus L.)*.

Zuñiga Escobar, O., Jiménez, C. O., Benavides, J. A., Gutiérrez, M. A., & Torres, C. (2016). Efecto del agua magnetizada en el desarrollo y la producción de cúrcuma (*Curcuma longa* L.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(1), 176–185. <https://doi.org/10.17584/rcch.2016v10i1.5112>



Zúñiga, O., Osorio, J., Cuero, R., & Peña, J. (2011). Evaluación De Tecnologías Para La Recuperación De Suelos Degradados Por Salinidad. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(1), 5769–5779.

## 21. ANEXOS.

### Anexo 1: Resultado del análisis del suelo inicial, con y sin tratamiento magnético.



DATOS DEL CLIENTE						
<b>Cliente:</b>	Ing. Giovana Parra					
<b>Dirección:</b>	Latacunga	<b>Teléfono:</b>				
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Canton:</b>	Latacunga	<b>ID. Lab</b>	8,2021	
INFORMACION DE LA MUESTRA						
<b>Tipo de Muestra:</b>	suelo	<b>Fecha de ensayo:</b>	del 19 de marzo al 24 de marzo			
<b>Fecha de toma de muestra:</b>	19/3/2021	<b>Dirección de la muestra:</b>				
<b>Fecha de recepción en:</b>	19/3/2021					
<b>Observaciones:</b>	Muestra tomada por el cliente					
RESULTADOS						
Id.Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
Salache	<b>K</b>	Ac.Am	0,5	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>Ca</b>	Ac.Am	3,5	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>Mg</b>	Ac.Am	1,7	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>Cu</b>	Olsen mod.	3,0	ppm	medio	A.atómica
	<b>Mn</b>	Olsen mod.	2,0	ppm	bajo	A.atómica
	<b>Zn</b>	Olsen mod.	1,0	ppm	bajo	A.atómica
	<b>PH</b>	H2O 1:2,5	7,96	umhos/cm	Ligeram. Alcalino	Conductimétrico
	<b>M.O.</b>	W-B	3,3	%	alto	Gravimétrico
	<b>NT asimilable</b>	kjeldahl	20,0	ppm	bajo	Volumétrica
	<b>P</b>	Olsen mod.	18,0	ppm	medio	Colorimétrico
	<b>Textura</b>	clase textural al tacto	franco arenoso			Al tacto
	<b>CE</b>	H2O 1:2,5	0,33	mmhos/cm	No Salino	Conductimétrico
	<b>CIC</b>	Ac.Am		meq/100g		volumetrico
	<b>Ca/Mg</b>	calculo	2,1	meq/100g	Optimo	N/A
	<b>Mg/K</b>	calculo	3,4	meq/100g	Optimo	N/A
	<b>(Ca+Mg)/K</b>	calculo	10,4	meq/100g	Optimo	N/A
	<b>Sat. De bases</b>	Cálculo				
	<b>Acidez Int.</b>	KCl				Volumétrica

Ing. Carlos Mayorga  
TOTALCHEM

*TotalChem* Se responsabiliza unicamente de los análisis mas no de la toma de muestra  
 Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basado en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial

tamizajes fitoquímicos  
 análisis de agua potable y residual  
 análisis de suelos, análisis de anmienda agrícolas

0980622817

Fuente: Total Chem Lab. 2021


**DATOS DEL CLIENTE**
**Cliente:** Ing. Geovana Parra/Jorge Lino

**Direccion:** Ambato

**Teléfono:**
**Provincia:** Tungurahua **Canton:** Ambato **31,1S 2021**
**INFORMACION DE LA MUESTRA**
**Tipo de Muestra:** Suelo **Fecha de** del 17 de agosto al 21 de

**ensayo:** agosto

**Fecha de toma de muestra:** 17/8/2021 **Direccion de la**
**muestra:** salache

**Fecha de recepcion en:** 17/8/2021

**Observaciones:** Muestra tomada por el cliente

**RESULTADOS**

Id. Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
T1MA	<b>K</b>	Ac.Am	0,32	meq/100g	medio	A.atòmica
	<b>Ca</b>	Ac.Am	9,10	meq/100g	alto	A.atòmica
	<b>Mg</b>	Ac.Am	1,20	meq/100g	alto	A.atòmica
	<b>Cu</b>	Olsen mod.	2,00	ppm	medio	A.atòmica
	<b>Mn</b>	Olsen mod.	1,00	ppm	bajo	A.atòmica
	<b>Zn</b>	Olsen mod.	1,00	ppm	bajo	A.atòmica
	<b>PH</b>	H2O 1:2,5	8,53		Alcalino	Conductimetrico
	<b>M.O.</b>	W-B	2,04	%	medio	Gravimetrico
	<b>NT asimilable</b>	kjeldahl	26,43	%	bajo	Volumètrica
	<b>P</b>	Olsen mod.	32,00	ppm	alto	Colorimetrico
	<b>Textura</b>	clase textural al tacto				
	<b>B</b>	Fos-Ca		ppm		Colorimetrico
	<b>Cl</b>	H2O 1:1		ppm		
	<b>S</b>	Fos-Ca		ppm		Turbidimetrico
	<b>N-NH4</b>	Olsen/azul indofenol		ppm		Colorimetrico
	<b>CE</b>	H2O 1:2,5	0,276	mmhos/cm	No Salino	Conductimetrico
	<b>CIC</b>	Ac.Am		meq/100g		volumetrico
	<b>Ca/Mg</b>	calculo	7,58	meq/100g	alto	N/A
	<b>Mg/K</b>	calculo	3,75	meq/100g	Optimo	N/A
	<b>(Ca+Mg)/K</b>	calculo	32,19	meq/100g	Optimo	N/A
<b>Sat. De bases</b>	Cálculo					
<b>Acidez Int.</b>	KCl				Volumètrica	



Ing. Carlos Mayorga  
TOTALCHEM



TotalChem Se responsabiliza unicamente de los análisis mas no de la toma de muestra  
Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para  
realizado este informe en forma exclusiva y confidencial

tamizajes fitoquímicos  
análisis de agua potable y residual  
análisis de suelos, análisis de anmienda agrícolas



0980622817


**DATOS DEL CLIENTE**
**Cliente:** Ing. Geovana Parra/Jorge Lino

**Direccion:** Ambato

**Teléfono:**
**Provincia:** Tungurahua **Canton:** Ambato **31,2 S 2021**
**INFORMACION DE LA MUESTRA**
**Tipo de Muestra:** Suelo **Fecha de ensayo:** del 17 de agosto al 21 de agosto

**Fecha de toma de muestra:** 17/8/2021 **Direccion de la muestra:** salache

**Fecha de recepcion en:** 17/8/2021

**Observaciones:** Muestra tomada por el cliente

**RESULTADOS**

Id.Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
MT2	K	Ac.Am	0,21	meq/100g	medio	A.atòmica
	Ca	Ac.Am	9,10	meq/100g	alto	A.atòmica
	Mg	Ac.Am	1,20	meq/100g	alto	A.atòmica
	Cu	Olsen mod.	1,50	ppm	medio	A.atòmica
	Mn	Olsen mod.	1,12	ppm	bajo	A.atòmica
	Zn	Olsen mod.	1,21	ppm	bajo	A.atòmica
	PH	H2O 1:2,5	8,36		Medianam. Alcalino	Conductimetrico
	M.O.	W-B	1,81	%	medio	Gravimetrico
	NT asimilable	kjeldahl	23,34	%	bajo	Volumètrica
	P	Olsen mod.	25,00	ppm	alto	Colorimetrico
	Textura	clase textural al tacto				
	B	Fos-Ca		ppm		Colorimetrico
	Cl	H2O 1:1		ppm		
	S	Fos-Ca		ppm		Turbidimetrico
	N-NH4	Olsen/azul indofenol		ppm		Colorimetrico
	CE	H2O 1:2,5	0,274	mmhos/cm	No Salino	Conductimetrico
	CIC	Ac.Am		meq/100g		volumetrico
	Ca/Mg	calculo	7,6	meq/100g	alto	N/A
	Mg/K	calculo	5,7	meq/100g	Optimo	N/A
	(Ca+Mg)/K	calculo	49,0	meq/100g	alto	N/A
Sat. De bases	Càculo					
Acidez Int.	KCl				Volumètrica	



Ing. Carlos Mayorga  
TOTALCHEM



TotalChem Se responsabiliza unicamente de los análisis mas no de la toma de muestra  
Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basado en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial

tamizajes fitoquímicos  
análisis de agua potable y residuale  
análisis de suelos , analisis de anmienda agricolas

0980622817


**DATOS DEL CLIENTE**
**Cliente:** Ing. Geovana Parra/Jorge Lino

**Dirección:** Ambato

**Teléfono:**
**Provincia:** Tungurahua **Canton:** Ambato 31,3 S 2021

**INFORMACION DE LA MUESTRA**
**Tipo de Muestra:** Suelo **Fecha de ensayo:** del 17 de agosto al 21 de agosto

**Fecha de toma de muestra:** 17/8/2021 **Dirección de la muestra:** salache

**Fecha de recepción en:** 17/8/2021

**Observaciones:** Muestra tomada por el cliente

**RESULTADOS**

Id. Cliente	Parametros	Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica	
MT3	<b>K</b>	Ac.Am	0,17	meq/100g	bajo	A.atómica
	<b>Ca</b>	Ac.Am	8,41	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>Mg</b>	Ac.Am	1,45	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>Cu</b>	Olsen mod.	2,01	ppm	medio	A.atómica
	<b>Mn</b>	Olsen mod.	1,00	ppm	bajo	A.atómica
	<b>Zn</b>	Olsen mod.	1,00	ppm	bajo	A.atómica
	<b>PH</b>	H2O 1:2,5	8,26		Medianam. Alcalino	Conductimetrico
	<b>M.O.</b>	W-B	3,17	%	medio	Gravimetrico
	<b>NT asimilable</b>	kjeldahl	41,04	%	medio	Volumétrica
	<b>P</b>	Olsen mod. clase textural al tacto	38,00	ppm	alto	Colorimetrico
	<b>Textura</b>					
	<b>B</b>	Fos-Ca		ppm		Colorimetrico
	<b>Cl</b>	H2O 1:1		ppm		
	<b>S</b>	Fos-Ca		ppm		Turbidimetrico
	<b>N-NH4</b>	Olsen/azul indofenol		ppm		Colorimetrico
	<b>CE</b>	H2O 1:2,5	0,324	mmhos/cm	No Salino	Conductimetrico volumetrico
	<b>CIC</b>	Ac.Am		meq/100g		volumetrico
	<b>Ca/Mg</b>	calculo	5,8	meq/100g	alto	N/A
	<b>Mg/K</b>	calculo	8,5	meq/100g	Optimo	N/A
	<b>(Ca+Mg)/K</b>	calculo	58,0	meq/100g	alto	N/A
<b>Sat. De bases</b>	Cálculo					
<b>Acidez Int.</b>	KCl				Volumétrica	

Ing. Carlos Mayorga  
TOTALCHEM



TotalChem Se responsabiliza unicamente de los análisis mas no de la toma de muestra  
Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basado en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial

tamizajes fitoquímicos  
análisis de agua potable y residuale  
análisis de suelos , analisis de anmienda agricolas

0980622817


**DATOS DEL CLIENTE**
**Cliente:** Ing. Geovana Parra/Jorge Lino

**Direccion:** Ambato

**Teléfono:**
**Provincia:** Tungurahua **Canton:** Ambato **31,4 S 2021**
**INFORMACION DE LA MUESTRA**
**Tipo de Muestra:** Suelo **Fecha de ensayo:** del 17 de agosto al 21 de agosto


**Fecha de toma de muestra:** 17/8/2021 **Direccion de la muestra:** salache

**Fecha de recepcion en:** 17/8/2021

**Observaciones:** Muestra tomada por el cliente

**RESULTADOS**

Id.Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
MT4	<b>K</b>	Ac.Am	0,15	meq/100g	bajo	A.atômica
	<b>Ca</b>	Ac.Am	7,88	meq/100g	alto	A.atômica
	<b>Mg</b>	Ac.Am	1,64	meq/100g	alto	A.atômica
	<b>Cu</b>	Olsen mod.	3,00	ppm	medio	A.atômica
	<b>Mn</b>	Olsen mod.	2,00	ppm	bajo	A.atômica
	<b>Zn</b>	Olsen mod.	1,00	ppm	bajo	A.atômica
	<b>PH</b>	H2O 1:2,5	8,25		Medianam. Alcalino	Conductimetrico
	<b>M.O.</b>	W-B	2,11	%	medio	Gravimetrico
	<b>NT asimilable</b>	kjeldahl	27,25	%	bajo	Volumétrica
	<b>P</b>	Olsen mod. clase textural al tacto	33,00	ppm	alto	Colorimetrico
	<b>Textura</b>					
	<b>B</b>	Fos-Ca		ppm		Colorimetrico
	<b>Cl</b>	H2O 1:1		ppm		
	<b>S</b>	Fos-Ca		ppm		Turbidimetrico
	<b>N-NH4</b>	Olsen/azul indofenol		ppm		Colorimetrico
	<b>CE</b>	H2O 1:2,5	0,285	mmhos/cm	No Salino	Conductimetrico
	<b>CIC</b>	Ac.Am		meq/100g		volumetrico
	<b>Ca/Mg</b>	calculo	4,8	meq/100g	Optimo	N/A
	<b>Mg/K</b>	calculo	10,9	meq/100g	Optimo	N/A
	<b>(Ca+Mg)/K</b>	calculo	63,5	meq/100g	alto	N/A
<b>Sat. De bases</b>	Cálculo					
<b>Acidez Int.</b>	KCl				Volumétrica	

  
 Ing. Carlos Mayorga  
 TOTALCHEM


TotalChem Se responsabiliza unicamente de los análisis mas no de la toma de muestra  
 Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basado en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial

tamizajes fitoquímicos  
 análisis de agua potable y residuale  
 análisis de suelos , analisis de anmienda agricolas

0980622817

**Anexo 2:** Hoja de vida de la tutora.

**DATOS PERSONALES**

**APELLIDOS:** PARRA GALLARDO

**NOMBRES:** GIOVANA PAULINA

**ESTADO CIVIL:** DIVORCIADA

**CEDULA DE CIUDADANIA:** 180226703-7

**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** 28 – 07 -1969

**DIRECCION DOMICILIARIA:** AMBATO: Pasaje Toro S.N. y Jorge Carrera

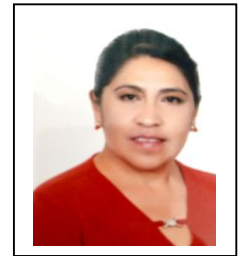
**TELEFONO CONVENCIONAL:** 032588381

**TELEFONO CELULAR:** 09878394949, 0998435238

**CORREO ELECTRONICO:** giovana.parra@utc.edu.ec; gioppg@gmail.com;

**EN CASO DE EMERGENCIA CONTACTARSE CON:** PABLO FRANCISCO LÓPEZ

PARRA - 0995638722



**ESTUDIOS REALIZADOS Y TITULOS OBTENIDOS**

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO EN EL CONESUP	CÓDIGO DEL REGISTRO CONESUP
<b>TERCER</b>	INGENIERA AGRÓNOMA	19/05/2003	1010-03-392713
<b>CUARTO</b>	MAGISTER EN GESTIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS Y MANEJO DE POSCOSECHA	03/12/2008	1010-08-684405
	DIPLOMADO EN TECNOLOGÍAS PARA LA GESTIÓN Y PRÁCTICA DOCENTE	06/10/201	010-08-684405
	MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS PARA LA GESTIÓN Y PRÁCTICA DOCENTE (EGRESADA)		
	DOCTORADO EN AGRICULTURA PROTEGIDA (CANDIDATA)		

**HISTORIAL PROFESIONAL**

**UNIDAD ACADÉMICA EN LA QUE LABORA:** C.A.R.E.N.

**CARRERA A LA QUE PERTENECE:** INGENIERÍA AGRONÓMICA

**AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:** EJE PROFESIONAL

**PERIODO ACADÉMICO DE INGRESO A LA UTC:** ABRIL 1998

**Anexo 3:** Resultados del análisis de agua con y sin tratamiento magnético al terminar la investigación.

<b>Parámetros</b>	<b>1000 Gauss (T1)</b>	<b>3000 Gauss (T2)</b>	<b>5000 Gauss (T3)</b>	<b>Sin magnetizar (T4)</b>
<b>PH</b>	7,97	7,92	7,9	8,02
<b>CE us/cm</b>	412	417	420	419
<b>TDS mg/l</b>	207	209	210	210
<b>Carbonatos</b>	0	0	0	0
<b>Bicarbonatos mg/l (HCO<sub>3</sub>)</b>	233,1	233,1	137,5	173,4
<b>Bicarbonatos meq/l (HCO<sub>3</sub>)</b>	3,8	3,8	2,3	2,8
<b>Alcalinidad Total meq/l</b>	3,822	3,822	2,254	2,842
<b>DUREZA TOTAL expresado en mg/L CaCO<sub>3</sub> ecuación</b>	196	166	146	254
<b>SO<sub>4</sub></b>	24	22	22	21
<b>NO<sub>3</sub></b>	1,4	1,7	1,7	1,3
<b>Cl</b>	0,10	0,10	0,10	0,20

**Fuente:** Total Chem Lab. 2021

**Anexo 4:** Actividades preparación de suelo y llenado de fundas para realizar la investigación.



**Elaborado por:** Tapia, B. 2021

**Anexo 5:** Siembra en bandejas y trasplante en las fundas en el lugar del ensayo experimental.



Elaborado por: Tapia, B. 2021

**Anexo 6:** Colocación de letreros para las unidades experimentales con su respectiva rotulación.



Elaborado por: Tapia, B. 2021



**Anexo 7:** Equipo de magnetización (imanes en las respectivas tuberías para cada tratamiento).



Elaborado por: Tapia, B. 2021



**Anexo 8:** Riego por goteo aplicado para cada tratamiento.



Elaborado por: Tapia, B. 2021

**Anexo 9:** Medición de las variables agronómicas.



Elaborado por: Tapia, B. 2021

**Anexo 10:** Materiales utilizados para medir las variables del ensayo experimental.

FECHA/DÍAS		R1	T2	T1	T3	T4	R2	T2	T4	T3	T1	R3	T4	T3	T1	T2	R4	T2	T4	T1	T3	R5	T4	T1	T3	T2								
10	1	PLANT	Altura de planta (cm)				PLANT	Altura de planta (cm)				PLANT	Altura de planta (cm)				PLANT	Altura de planta (cm)				PLANT	Altura de planta (cm)											
10	2	1	5	5	5,5	3,5	1	3	3	3	3	1	4	5	3,5	2	1	2	2,5	1,5	2	1	3,5	4,5	2,5	2,5								
10	3	3	4	6	6	4,5	3	3,5	4	4	4	3	4,5	3	4	2,5	3	2,5	2,5	1,5	1,5	3	5	4	3	2,5								
10	4	4	6	5,5	5	4	4	4,5	3,5	3,5	2,5	4	3,5	4,5	3	2,5	4	2	2	2	1,5	4	3	3	3	2,5								
10	5	5	7	4	4,5	5	5	4,5	3,5	6	3,5	5	3	3,5	3,5	1,5	5	2,5	2,5	2	1,5	5	2,5	2	3,5	2,5								
10	6	6	5,5	5	3,5	3	6	4	4,5	4	2,5	6	3	4,5	5,5	1,5	6	2	2,5	2	1,5	6	3	2	3	3,5								
10	7	7	5	6	3,5	4,5	7	5	6	2,5	3	7	3,5	3,5	6	1,5	7	1,5	3,5	2,5	2	7	2,5	2	2,5	2								
10	8	8	6	5	2,5	3	8	3,5	5	4,5	2,5	8	3	3	5	2	8	1,5	3	2	1,5	8	3	2	2,5	2								
10	9	9	5,5	5,5	4	3	9	4,5	5	4,5	4,5	9	5	4	7	2	9	4	2,5	2,5	2	9	3,5	2	3	3,5								
10	10	10	5	6	2,5	2,5	10	4,5	6	5	2	10	4	7,5	5	2	10	1,5	2,5	2,5	2	10	4	2	3	2								
			5,15	5,70	4,15	3,65				4,00	4,50	4,05	3,05				3,70	4,25	4,75	1,95				2,15	2,55	2,00	1,75				3,40	3,00	2,85	2,50



Elaborado por: Tapia, B. 2021

**Anexo 11:** Crecimiento de la planta de amaranto.



**Elaborado por:** Tapia, B. 2021

**Anexo 12:** Porcentaje de prendimiento.

PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO
95
100
95
95
90
95
100
95
90
90
90
95
95
95
95
90

**Elaborado por:** Tapia, B. 2021

**Anexo 13:** Altura de planta.

ALTURA DE PLANTA 10 DÍAS	ALTURA DE PLANTA 20 DÍAS	ALTURA DE PLANTA 30 DÍAS	ALTURA DE PLANTA 40 DÍAS	ALTURA DE PLANTA 50 DÍAS	ALTURA DE PLANTA 60 DÍAS
3,05	5,05	7,83	10,83	14,88	19,88
4,00	6,00	8,44	11,44	15,31	20,31
4,05	6,05	8,89	11,89	15,94	20,94
4,50	6,50	9,17	12,17	16,00	21,00
4,75	6,75	9,33	12,33	16,50	21,75
1,95	3,95	6,28	9,28	13,19	18,19
4,25	6,25	8,39	11,39	15,38	20,38
3,70	5,70	8,06	11,06	15,13	20,13
2,00	3,00	3,94	5,00	6,44	9,44
2,15	3,15	4,17	5,17	6,63	9,63
1,75	2,75	3,78	4,78	6,38	8,94
2,55	3,55	4,56	5,56	7,13	9,13
3,00	4,00	5,17	6,67	8,75	11,75
2,50	3,50	4,33	5,83	7,88	10,75
2,85	3,85	4,89	6,39	8,38	11,31
3,40	4,30	5,39	6,89	8,81	11,19

**Elaborado por:** Tapia, B. 2021

**Anexo 14:** Diámetro de tallo.

DIÁMETRO DE TALLO 10 DÍAS	DIÁMETRO DE TALLO 20 DÍAS	DIÁMETRO DE TALLO 30 DÍAS	DIÁMETRO DE TALLO 40 DÍAS	DIÁMETRO DE TALLO 50 DÍAS	DIÁMETRO DE TALLO 60 DÍAS
0,15	0,20	0,34	0,54	0,7	0,91
0,26	0,40	0,46	0,66	0,9	1,05
0,21	0,30	0,41	0,59	0,8	0,99
0,29	0,40	0,5	0,7	0,9	1,1
0,26	0,40	0,47	0,67	0,9	1,08
0,1	0,10	0,24	0,44	0,6	0,84
0,21	0,30	0,39	0,59	0,8	0,99
0,22	0,30	0,42	0,62	0,8	1,04
0,1	0,10	0,2	0,4	0,6	0,8
0,13	0,20	0,31	0,51	0,7	0,9
0,1	0,10	0,14	0,34	0,6	0,75
0,16	0,30	0,37	0,57	0,8	0,98
0,11	0,20	0,24	0,44	0,7	0,85
0,1	0,20	0,24	0,43	0,6	0,84
0,1	0,10	0,2	0,4	0,6	0,8
0,11	0,20	0,26	0,46	0,7	0,85

Elaborado por: Tapia, B. 2021

**Anexo 15:** Volumen de raíz.

VOLUMEN DE RAÍZ 20 DÍAS	VOLUMEN DE RAÍZ 40 DÍAS	VOLUMEN DE RAÍZ 60 DÍAS
10	20	30
10	20	50
10	25	50
10	30	40
10	15	20
10	12	15
12	30	40
18	20	25
10	15	20
10	15	20
10	12	15
10	15	16
10	12	20
10	15	20
10	12	22
10	15	20

Elaborado por: Tapia, B. 2021

**Anexo 16:** Área foliar.

ÁREA FOLIAR 20 DÍAS	ÁREA FOLIAR 40 DÍAS	ÁREA FOLIAR 60 DÍAS
4,85	8,35	11,61
2,35	4	9,34
3,30	8,35	11,23
4,25	5,3	10,18
2,15	5,4	9,19
2,85	7,65	9,11
3,4	8,1	9,24
2,15	7,85	12,22
3,90	5,85	10,14
3,85	5,55	10,35
1,20	2,7	6,21
2,55	5,2	10,23
3,55	5,4	9,56
2,20	4,55	7,24
2,85	5,95	10,34
4,75	5,35	7,11

Elaborado por: Tapia, B. 2021

**Anexo 17:** Número de hojas.

NÚMERO DE HOJAS 10 DÍAS	NÚMERO DE HOJAS 20 DÍAS	NÚMERO DE HOJAS 30 DÍAS	NÚMERO DE HOJAS 40 DÍAS	NÚMERO DE HOJAS 50 DÍAS	NÚMERO DE HOJAS 60 DÍAS
3,5	7,1	10,66	13,55	16,55	19,18
3,9	7,5	10,94	14,27	17,27	19,77
3,9	7,6	10,93	14,15	17,15	19,65
4,6	8,4	12,07	14,74	17,74	20,24
4,7	8,6	12,38	15,71	18,71	21,34
3,8	7,4	10,96	14,29	17,29	20,04
4,2	7,7	11,14	14,25	17,25	20
3,7	7,4	10,73	13,95	16,95	19,58
3,1	6,8	9,24	12,35	15,23	17,48
3,4	6,8	9,36	12,69	15,44	17,82
3	6,8	10,47	13,69	16,19	18,44
3,4	6,8	10,69	14,02	16,77	19,27
4,4	8,4	12,07	15,29	18,29	20,79
3,7	7,3	11,08	14,41	17,41	20,04
4,1	7,7	10,92	14,14	17,14	19,89
4	7,6	10,93	14,26	17,26	19,76

Elaborado por: Tapia, B. 2021

**Anexo 18:** Contenido de clorofila.

<b>CONTENIDO DE CLOROFILA 20 DÍAS</b>	<b>CONTENIDO DE CLOROFILA 40 DÍAS</b>	<b>CONTENIDO DE CLOROFILA 60 DÍAS</b>
7,07	9,6	3,69
6,47	12,97	3,74
6,06	9,76	4,05
8,03	12,66	4,75
7,24	8,92	3,06
6,79	8,21	3,84
6,69	9,82	3,23
5,96	9,18	3,61
5,74	6,52	3,5
5,92	8,29	3,66
6,24	6,27	4,3
5,74	6,69	4,33
5,07	7,71	3,55
5,83	8,26	3,73
5,33	8,48	3,64
6,3	10,88	3,53

**Elaborado por:** Tapia, B. 2021

**Anexo 19:** Índice de floración.

<b>ÍNDICE DE FLORACIÓN 5 DÍAS</b>	<b>ÍNDICE DE FLORACIÓN 10 DÍAS</b>	<b>ÍNDICE DE FLORACIÓN 15 DÍAS</b>
7,38	10,38	13,25
7,31	9,56	12,06
9,75	11,75	13,75
8,28	10,28	11,83
8,75	10,75	12,75
4,31	7,31	10,31
9,88	11,88	13,88
8,5	11,5	14,5
2,31	5,19	8,19
4	6,81	9,81
1,25	3,19	6,19
7,31	10,81	14,44
3,38	6,31	9,31
2,94	5,31	7,81
2,75	5,75	8,75
2,75	5,56	8,56

**Elaborado por:** Tapia, B. 2021



## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del trabajo de investigación cuyo título versa: **“Evaluación del efecto del agua magnetizada en la primera fase del desarrollo fenológico de Amarantho (Amaranthus caudatus) variedad Selenaya Sosulka, Latacunga-Cotopaxi, 2021”**, presentado por: **Tapia Chiguano Byron Germanico**, egresado de la Carrera de: **Ingeniería Agronómica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales** lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, Septiembre del 2021

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:  
MARCO PAUL  
BELTRAN  
SEMBLANTES



Mg. Marco Paúl Beltrán Semblantes  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
C.C. 0502666514