



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL AGUA MAGNETIZADA EN LA SEGUNDA
FASE FLORACION - COSECHA DEL AMARANTO (*Amaranthus caudatus L*)
VARIEDAD SELENAYA SOSULKA, LATACUNGA - COTOPAXI, 2021- 2022.”**

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Arias Mullo Danilo Salomón

Tutora:

Parra Gallardo Giovanna Paulina Ing. Mg.

Latacunga-Ecuador

Marzo 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Danilo Salomón Arias Mullo, con cédula de ciudadanía No. 0503862351, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: : “Evaluación Del Efecto Del Agua Magnetizada En La Segunda Fase Floración - Cosecha Del Amaranto (*Amaranthus Caudatus L*) Variedad Selenaya Sosulka, Ceasa - Latacunga - Cotopaxi, 2021- 2022”, 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, 10 de marzo del 2022

Danilo Salomón Arias Mullo
Estudiante
CC: 0503862351

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 **ARIAS MULLO DANILO SALOMON**, identificado con cédula de ciudadanía **0503862351** 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 Segunda Fase Floración - Cosecha Del Amaranto (*Amaranthus Caudatus L*) Variedad Selenaya Sosulka, Ceasa -Latacunga - Cotopaxi, 2021- 2022”, 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: octubre 2021 – marzo 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 07 de enero del 2022

Tutora: Ing. Mg. Giovana Paulina Parra Gallardo

Tema: “Evaluación Del Efecto Del Agua Magnetizada En La Segunda Fase Floración - Cosecha Del Amaranto (*Amaranthus Caudatus L*) Variedad Selenaya Sosulka, Ceasa - Latacunga - Cotopaxi, 2021- 2022”

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 10 días del mes de marzo del 2022.

Danilo Salomón Arias Mullo
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 SEGUNDA FASE FLORACION - COSECHA DEL AMARANTO (*Amaranthus caudatus L*) VARIEDAD SELENAYA SOSULKA, CEASA - LATACUNGA - COTOPAXI, 2021-2022”, de Danilo Salomón Arias Mullo, 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, 10 de marzo del 2022

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: Arias Mullo Danilo Salomón, con el título del Proyecto de Investigación: “Evaluación Del Efecto Del Agua Magnetizada En La Segunda Fase Desarrollo - Cosecha Del Amaranto (*Amaranthus Caudatus L*) Variedad Selenaya Sosulka, Ceasa - Latacunga - Cotopaxi, 2021- 2022”, 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, 10 de marzo del 2022

Lector 1 (presidente)
Ing. Mg. Guadalupe López Castillo
CC: 180190290-7

Lector 2
Ing. Mg. Karina Paola Marín Quevedo
CC: 050267293-3

Lector 3
Ing. Mg. Cristian Santiago Jiménez Jácome
CC: 050194626-6

AGRADECIMIENTO

Agradezco primordialmente a Dios por darme salud y la vida ya que es lo primordial y a toda mi pequeña familia que ha estado apoyándome día tras días dándome motivación, inspiración para llegar hasta este momento de mi vida, ya que sin el apoyo de mi familia no sería lo mismo. Le doy las gracias a mi madre María Mullo por ser el motor fundamental para seguir para adelante ya que ella fue la que me apoyo durante todo este difícil proceso en toda mi vida estudiantil a pesar de cualquier cosa nunca dejo de apoyarme su sueño siempre fue ver cumplir mis logros, sueños y por ende confiar en mis capacidades siempre existió esos consejos que fueron el propulsor para seguir para adelante nunca me abandono a pesar de ser más crítica la situación.

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 Mg. por acogerme dentro de su grupo de trabajo el cual durante este tiempo me ha impartido sus conocimientos y sabiduría para terminar este proceso de titulación, y sobre todo al proyecto de Granos Andinos e Invernadero Inteligente.

A mis lectores a la Ing. Guadalupe López Castillo Mg, Ing. Karina Paola Marín Mg. y al Ing. Santiago Jiménez Mg. por su atención prestada y a todos los docentes que conforman 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.

Danilo Salomón Arias Mullo

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado prioritariamente a Dios, por haberme darne salud y vida y tenerme aquí en este último proceso de formación. A mi madre María Transito Mullo Arias y a mi hermana Cecilia Arias Mullo por estar siempre al pendiente de mí y ver las necesidades que me faltaban día tras día y buscar la forma para apoyarme incluso cuando no se podía, por aquellos consejos que fueron motivación para no darme por vencido y sobre todo la paciencia y las preocupaciones de cada día. De la misma manera a mi padre Mario Celestino Arias por brindarme ese apoyo primordial y tener esperanzas de mis capacidades y futuros logros.

Finalmente, a toda mi familia, aunque es pequeña siempre existió motivación de ellos hacia mí las cuales todas fueron el motor para continuar y no dejar vencer por los obstáculos que se presentaron a lo largo del camino como no olvidar también a mis 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.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL AGUA MAGNETIZADA EN LA SEGUNDA FASE FLORACION - COSECHA DEL AMARANTO (*Amaranthus caudatus L*) VARIEDAD SELENAYA SOSULKA, CEASA - LATACUNGA - COTOPAXI, 2021- 2022.”

AUTOR: Danilo Salomón Arias Mullo

RESUMEN

La investigación se realizó con la finalidad de evaluar el efecto que tuvo el agua magnetizada al aplicar en el cultivo de Amaranto, el objetivo general fue Analizar el efecto del agua magnetizada en la segunda fase de floración hasta cosecha del amaranto (*Amaranthus Caudatus L*) de la variedad Selenaya Sosulka. Se trabajó con un diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones obteniendo 16 unidades experimentales en cuanto a los resultados que se presentó fueron. El agua analizada después de ser expuesta a magnetización muestra que existe variación mostrando cambios en las propiedades químicas a comparación del agua sin tratar. Los parámetros del agua cambian al someter a campos magnéticos, como resultado el pH disminuye al aumentar la intensidad de los imanes con pH de 7,57 y una dureza de 147 en el Tratamiento T4. Por otro lado, el tratamiento con mayor eficacia es el T3 el nivel de PH baja notoriamente a 7,23 y con un nivel de dureza de 160, que es moderadamente dura. En el grado de restricción en relación con la conductividad eléctrica de 656 a 670. Los parámetros del suelo si cambian al suministrar agua al suelo sometido a campos magnéticos, los resultados del PH y Conductividad Eléctrica, el pH es de 8,16 y una CE de 0,39 en cuanto al tratamiento T3. El tratamiento T1 el PH subió a 8,32 y aumenta su nivel a 0,41 en conductividad eléctrica. En cuanto a variables agronómicas presento los siguientes resultados. El tratamiento T3 que correspondía agua sometida a campos magnéticos con intensidad de 5000 gauss el cual dio mejores resultados en cuanto a variables como fue diámetro de panoja, volumen de raíz, y en datos a la cosecha como fue peso de panoja por otro lado el tratamiento T1 que correspondió agua sometida a intensidad magnética de 1000 gauss el cual presento buenos resultados en variantes como altura de planta, diámetro de panoja, contenido de clorofila, y peso de semilla. De esta manera se pudo concluir que el agua al ser sometida a un campo magnético de 1000 gauss que fue una intensidad baja presento mejores resultados en la mayoría de variantes no quedando atrás el tratamiento T3 que es agua sometida a campos magnéticos de 5000 gauss presento resultados favorables en variantes importantes anteriormente descritas. El impacto del campo magnético en plantas de Amaranto fue investigado por medio del riego por goteo, los resultados revelan efectos útiles en las variantes agronómicas.

Palabras claves: Amaranto, agua magnetizada, riego, gauss, intensidad, tratamientos, PH, suelo

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

TITLE: “MAGNETIZED WATER EFFECT EVALUATION IN THE SECOND FLOWERING-HARVEST PHASE OF AMARANTH (*Amaranthus Caudatus* L.) SELENAYA SOSULKA VARIETY, CEASA - LATACUNGA - COTOPAXI, 2021-2022”.

Author: Arias Mullo Danilo Salomón

ABSTRACT

This research study was conducted with the purpose of evaluating the effect that the magnetized water had when applied to the Amaranth crop. The general objective was to analyze the effect of the magnetized water in the second phase of flowering until the harvest of amaranth (*Amaranthus Caudatus* L.) of the Selenaya Sosulka variety. The experimental design was a completely randomized block design with four treatments and four repetitions, obtaining 16 experimental units, and the results presented were as follows: the water analyzed after being exposed to magnetization shows that there is variation showing changes in chemical properties compared to untreated water. The water parameters change when subjected to magnetic fields, as a result the pH decreases as the intensity of the magnets increases with a pH of 7.57 and a hardness of 147 in Treatment T4. On the other hand, the treatment with the highest efficiency is T3, the PH level drops notoriously to 7.23 and with a hardness level of 160, which is moderately hard. In the degree of restriction in relation to electrical conductivity from 656 to 670. The soil parameters do change when water is supplied to the soil subjected to magnetic fields, in the PH and electrical conductivity results, the PH is 8.16 and an EC of 0.39 for the T3 treatment. Treatment T1 increased the PH to 8.32 and increased its level to 0.41 in electrical conductivity. Regarding agronomic variables, the following results were obtained. Treatment T3, which corresponded to water subjected to magnetic fields with an intensity of 5000 gauss, gave better results in terms of variables such as panicle diameter, root volume, and harvest data such as panicle weight. On the other hand, treatment T1, which corresponded to water subjected to a magnetic intensity of 1000 gauss presented good variants results such as plant height, panicle diameter, chlorophyll content, and seed weight. Therefore, it was possible to conclude that water, when subjected to a magnetic field of 1000 gauss, which was low intensity, presented better results in most of the variants, while the T3 treatment, which is water subjected to magnetic fields of 5000 gauss, presented favorable results in the important variants described above. The impact of the magnetic field on Amaranth plants was researched by means of drip irrigation, the results revealed useful effects on agronomic variants.

Keywords: Amaranth, magnetized water, irrigation, gauss, intensity, treatments, PH, soil

INDICE GENERAL

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
1 INFORMACIÓN GENERAL.....	1
TÍTULO	1
2 INTRODUCCIÓN	2
3 JUSTIFICACIÓN:	3
4 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	4
4.1 Beneficiarios directos.	4
4.2 Beneficiarios indirectos.	4
5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
6 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
7 OBJETIVOS:.....	5
7.1 Objetivo General:	5
7.2 Objetivos específicos:.....	5
8 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
8.1 Taxonomía	6
8.2 Etnografía del amaranto	7
8.2.1 La siembra de trasplante:	7
8.2.2 La siembra directa:	7
8.2.3 El sistema intensivo:.....	7
8.3 Descripción Botánica.....	7
8.3.1 Hojas:	8
8.3.2 Flores.....	8

8.4	Composición Química	8
8.5	Condiciones agroecológicas para el cultivo del Amaranto	10
8.5.1	Temperatura:	10
8.5.2	Altitud:.....	10
8.5.3	Precipitación:	10
8.5.4	Vientos:	11
8.5.5	Preparación del suelo para el cultivo:	11
8.5.6	Fertilización química:	11
8.6	Floración y Cosecha	11
8.6.1	Corte de panojas:.....	12
8.6.2	Secado de panojas:	12
8.6.3	Aporreo:.....	12
8.6.4	Tamizado:	13
8.6.5	Efecto del campo electromagnético en el cultivo:.....	13
8.6.6	Agua magnetizada para el cultivo:.....	13
8.6.7	Los campos magnéticos y el agua:.....	14
8.6.8	Efectos del agua magnetizada en el suelo:	14
9	MATERIALES.	16
9.1	Materiales Físicos.....	16
9.2	Materiales Químicos.....	17
9.3	Equipos de Laboratorio.....	17
9.4	Programas de análisis.	17
10	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS	17
10.1	Hipótesis:.....	17
10.1.1	Hipótesis alternativa	17
10.1.2	Hipótesis Nula.....	17
11	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	17

11.1	Factores en estudio.	17
11.1.1	Factor A:	17
11.2	Variable independiente.	18
11.3	Variable dependiente.	18
12	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	19
12.1	Ubicación del área de estudio.....	19
12.2	Tipo de investigación.....	20
12.2.1	La investigación experimental.....	20
12.2.2	Investigación descriptiva.....	20
12.3	Métodos	20
12.3.1	Método científico	20
12.3.2	Analítico deductivo	21
12.4	Técnicas.....	21
12.4.1	Diagnóstico	21
12.4.2	Observación	21
12.4.3	Registros de datos.....	21
12.4.4	Tabulación de datos	21
13	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	21
13.1	Adeva	22
13.2	Parcela neta.	22
13.3	Factores en estudio	22
13.3.1	Factor A:.....	22
13.4	Descripción de los tratamientos.....	22
14	MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	23
14.1	Preparación de sustrato.	23
14.2	Delimitación del área de investigación.	23
14.3	Densidad de siembra.....	23

14.4	Riego.....	23
14.4.1	Determinación del requerimiento hídrico de la planta.....	23
14.5	Cosecha.....	24
14.6	Post cosecha.....	24
14.7	VARIABLES DE RESPUESTA.....	24
14.7.1	Variables agronómicas.....	24
14.7.2	Variables de agua y suelo.....	24
15	DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES.....	24
15.1	Variables agronómicas.....	24
15.1.1	Altura de planta (cm).....	24
15.1.2	Diámetro de panoja (cm).....	25
15.1.3	Longitud de panoja (cm).....	25
15.1.4	Volumen de la raíz (cm ³).....	25
15.1.5	Contenido de Clorofila (CCI).....	25
15.1.6	Peso de Panoja seco (g).....	25
15.1.7	Peso de semilla (g).....	25
15.2	Variables de agua y suelo.....	26
15.3	Agua.....	26
15.3.1	pH.....	26
15.3.2	Dureza del agua.....	26
15.4	Suelo.....	26
15.4.1	pH.....	26
15.4.2	Conductividad eléctrica.....	26
15.5	Características de los imanes usados para la investigación.....	26
16	RESULTADOS Y DISCUSIÓN:.....	27
16.1	Análisis del comportamiento químico del agua.....	28
16.2	Análisis de suelo con riego sometidos a campos magnéticos y sin magnetización.....	33

16.3	ALTURA DE PLANTA	39
16.4	DIÁMETRO DE PANOJA (mm).....	44
16.5	Longitud De Panoja.....	49
16.6	VOLUMEN DE RAÍZ.....	54
16.7	CONTENIDO DE CLOROFILA (CCI)	58
16.8	PESO DE PANOJA (g)	61
16.9	PESO DE GRANO SECO (g).....	63
17	IMPACTOS.....	65
17.1	Técnicos.....	65
17.2	Sociales.....	65
17.3	Ambientales	65
17.4	Económicos.....	66
18	CONCLUSIONES:.....	67
19	RECOMENDACIONES:.....	68
20	REFERENCIAS:	69
21	ANEXOS	74

INDICE DE TABLAS:

Tabla 1: Actividad por objetivo.....	6
Tabla 2: Composición química del grano del Amaranto (g %)	9
Tabla 3: Efectos del magnetismo	15
Tabla 4: Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego.....	15
Tabla 5: Nivel de dureza para agua riego.....	16
Tabla 6: Operacionalización de variables independientes.....	18
Tabla 7: Operacionalización de variables dependientes.....	18
Tabla 8: Ubicación del área de estudio y condiciones climáticas de la implementación del ensayo	19
Tabla 9: Análisis de varianza.	22
Tabla 10: Factor de magnetización.....	22
Tabla 12: Especificación técnica del imán de Mineral magnet II.	27
Tabla 13: Especificación técnica del imán de Neodimio.....	27
Tabla 15: Nivel de dureza para agua riego.....	28
Tabla 17: Análisis de suelos antes y después de aplicar riego sin y con magnetización en diferentes intensidades.....	33
Tabla 18: Análisis de varianza, altura de planta por días de acuerdo al suministro del agua al ser sometidos a campos magnéticos	39
Tabla 19: Prueba de Tukey al 5% de altura de planta.	40
Tabla 20: Análisis de varianza, Diámetro de Panoja por días de acuerdo al suministro del agua al ser sometidos a campos magnéticos.....	44
Tabla 21: Prueba de Tukey al 5% de diámetro de panoja.	45
Tabla 22: Análisis de varianza, longitud de panoja de plantas de amaranto del agua al ser sometidos a campos magnéticos.....	49
Tabla 23: Prueba de Tukey al 5% de longitud de panoja.	50
Tabla 24: Análisis de varianza, volumen de raíz por días de acuerdo con el suministro del agua al ser sometidos a campos magnéticos.....	54
Tabla 25: Prueba de Tukey al 5% para volumen de raíz	55
Tabla 26: Análisis de varianza para el índice de concentración de clorofila a los 100, 120 y 140 días después de aplicar riego con magnetización.	58
Tabla 28: Análisis de varianza para el índice peso de panoja en etapa de cosecha después del proceso de aplicar riego con magnetización.....	61

Tabla 30: Análisis de varianza para el índice peso de grano seco concluyendo en la etapa de cosecha después del proceso de aplicar riego con magnetización. 63

INDICE DE FIGURAS:

Figura 1; Comparación del % de proteína del grano del Amaranto con otros cereales.	9
Figura 2; Comparación del % de grasa del grano del Amaranto con otros cereales.....	10
Figura 3: Ubicación del proyecto de investigación.....	20
Figura 4; Imán mineral magnet II.....	27
Figura 5: Imán de neodimio.....	27
Figura 6: Niveles de pH de agua tratada y sin tratar magnéticamente.....	28
Figura 7: Niveles de conductividad eléctrica de agua tratada y sin tratar magnéticamente ...	29
Figura 8: Niveles total de sólidos disueltos de agua tratada y sin tratar magnéticamente.:.....	30
Figura 9: Niveles de bicarbonato en mg/l de agua al finalizar la investigación.	31
Figura 10: Niveles de alcalinidad de agua tratada y sin tratar magnéticamente.....	32
Figura 11: Niveles de dureza total de agua tratada y sin tratar magnéticamente.	32
Figura 12: Niveles de pH de suelo con la aplicación de agua magnetizada, sin magnetizar al finalizar el ensayo.	34
Figura 13: Niveles de absorción de P, K con la aplicación de riego sometido a campos magnéticos, sin magnetización al finalizar el ensayo.....	35
Figura 14: Niveles de absorción de calcio y magnesio luego de aplicar riego con magnetización, riego sin magnetización al finalizar el ensayo.	36
Figura 15: Nivel del boro análisis final.....	37
Figura 16: Niveles de conductividad eléctrica luego de aplicar el riego con magnetización, sin magnetización.	38
Figura 17: Graficas de porcentajes de altura de planta durante el suministro de agua magnetizada.	41
Figura 18: Promedios de altura en curva de crecimiento para las plantas de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i>) variedad Selenaya Sosulka a los 70, 80, 90, 100, 110, 120,130 y 140 días al ser sometido a riego con magnetización.	42
Figura 19: Porcentaje de diámetro de panoja (cm)	46
Figura 20: Curva de Promedios de diámetro de panoja de crecimiento en las plantas de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i>) variedad Selenaya Sosulka a los 70, 80, 90, 100, 110, 120,130 y 140 días después del continuar suministrando agua bajo riego magnético.	47
Figura 21: Graficas de porcentaje, numero de hojas el suministro de agua magnetizada.....	51

Figura 22: Promedios de volumen de raíz en la curva de crecimiento en las plantas de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i>) variedad Selenaya Sosulka a los 70, 80, 90,100,120,130,140 días.....	53
Figura 23: Promedios volumen de raíz de plantas de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i>) variedad Selenaya Sosulka a los 80, 100, 120 y 140 días después del trasplante bajo riego con magnetización.....	55
Figura 24: Promedios de volumen de raíz en la curva de crecimiento en las plantas de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i>) variedad Selenaya Sosulka a los 80, 100, 120 y 140 días después del trasplante bajo riego con magnetización.....	56
Figura 25: 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.....	58
Figura 26: Promedios de contenido de clorofila en las plantas de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i>) variedad Selenaya Sosulka a los 100, 120, 140 días después del trasplante bajo riego con magnetización.....	60
Figura 27: Promedios de peso de panoja seca después de la cosecha de planta de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i>) variedad Selenaya Sosulka.....	61
Figura 28: Promedios de curva para peso de panoja seca después de la cosecha en la plantas de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i>) variedad Selenaya Sosulka.....	62
Figura 29: Promedios de peso de semilla después de la cosecha de planta de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i>) variedad Selenaya Sosulka.....	63
Figura 30: Promedios de curva para peso de semilla después de la cosecha en las plantas de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i>) variedad Selenaya Sosulka.....	64

INDICE DE ANEXOS:

Anexo 1: Análisis de suelo final.....	74
Anexo 2: Hoja de vida de la tutora.	75
Anexo 3: Croquis de la distribución de las 16 unidades experimentales.	76
Anexo 4: Resultados del análisis de agua con y sin tratamiento magnético al terminar la investigación.	76
Anexo 5: Resultados del análisis de suelo al terminar la investigación.	77
Anexo 6: Datos en Tablas de Excel.....	77
Anexo 7: Agua tratada junto a los imanes usados para la magnetización.....	78
Anexo 8: Plantas de Amaranto de presentes para la investigación.	79
Anexo 9: Toma de datos (Altura, diámetro, longitud de panoja y medición de clorofila.	80
Anexo 10: Uso del calibrador pie de rey para medir el diámetro y toma de volumen de raíz	81
Anexo 11: Cosecha y respectivo peso de panoja y toma de datos de los mismos	82
Anexo 12: Equipos usados para la extracción del grano del amaranto trilla manual y mecánica.	83
Anexo 13: Promedios de altura de planta hasta los 140 días.....	84
Anexo 14: Promedios de diámetro de panoja hasta los 140 días	84
Anexo 15: Promedios de longitud de panoja hasta los 140 días.....	85
Anexo 16: Promedios de volumen de raíz hasta los 140 días.....	85
Anexo 17: Promedio de peso de panoja a la cosecha.	86
Anexo 18: Promedio de peso de semilla al concluir la investigación.	86
Anexo 19: Aval de traducción.....	87

1 INFORMACIÓN GENERAL.

TÍTULO

“Evaluación del efecto del agua magnetizada en la segunda fase floración - cosecha del amaranto (amaranthus caudatus l) variedad Selenaya Sosulka, Ceasa - Latacunga - Cotopaxi, 2021- 2022.”

Fecha de inicio: octubre 2021.

Fecha de finalización: febrero 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: Danilo Salomón Arias Mullo

CC. 0503862351

Correo electrónico: danilo.arias2351@utc.edu.ec

Nombres del equipo de investigación.

Tutora: Ing. Giovana Paulina Parra Gallardo Mg.

Lector 1: Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo Mg.

Lector 2: Ing. Karina Paola Marín Mg.

Lector 3: Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome Mg.

2 INTRODUCCIÓN

El cultivo de amaranto oriundo de América, en Ecuador es conocido como ataco, sangorache o quinua de castilla, sin embargo, ha sido desalojado de los campos de agricultura llegando a desaparecer como especie alimenticia. Cuando los españoles llegaron al continente americano, encontraron al amaranto junto a la quinua y maíz, importantes granos nutritivos de las nativas poblaciones. Actualmente, en las comunidades ecuatorianas el amaranto no es cultivado por escasos de conocimiento acerca del cultivo, valor nutricional y la falta de semilla, esto ha influenciado para que el agricultor no lo vea como un cultivo alternativo atribuyéndole exigua importancia.

Este cultivo puede ser aprovechado de manera eficiente ya que, ofrece hojas y granos comestibles con alto valor nutricional. Las semillas de amaranto tienen un alto contenido de proteína (13-17%) y su composición de aminoácidos es cercana al balance óptimo requerido en la dieta humana. Las hojas contienen niveles altos de proteína (28 a 49%), grasas insaturadas (45% de ácido linoléico), fibra (11 a 23%) y minerales como hierro, magnesio y calcio (Silva, 2007).

El 70% de la superficie mundial está cubierto por agua, pero el 97,5% de esta, se encuentra en mares y océanos, es decir, agua salada. Por otro lado, mayormente, la concentración de agua dulce está congelada en los casquetes polares, que corresponde al 2,0% y, el 0,5% en el agua subterránea almacenada hasta profundidades de 1.000 m, superando el agua cómodamente accesible de ríos y lagos alrededor del mundo. En la provincia de Cotopaxi, nace un significativo afluente, denominado Río Cutuchi. Según investigaciones realizadas desde el año 2002 por parte del ex Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), ahora llamada Secretaría Nacional de Agua (SENAGUA), el Instituto Nacional del Riego de Cotopaxi y demás instituciones, manifestaron que el río Cutuchi es un río “muerto” debido a los altos niveles de contaminación.

Este trabajo fue enfocado en la evaluación del agua magnetizada con tres tipos de intensidades magnéticas las cuales son 1000, 3000, 5000 gauss y un testigo el cual no posee intensidad en el cultivo de amaranto de la variedad Selenya Sosulka, esto con el fin de conocer el comportamiento del cultivo al someter a distintas cargas magnéticas durante la fase de floración – cosecha, los mismos que fueron cultivados en el campo experimental salache para analizar las ventajas y desventajas que obtenidas al aplicar cargas magnéticas.

El canal de riego tiene 36 xix kilómetros y lleva 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:

Debido a la falta de interés y motivación por parte de los agricultores al cultivar productos fuera de los comunes, se ha visto afectado durante los últimos años en el sector agrario del Ecuador con una baja producción de amaranto hasta ser considerado en peligro de extinción, por esta razón, varios campesinos no cultivaban al ser un producto innecesario y poco apetecible en los mercados, otro factor que influía fue la calidad del agua para el cultivo en la provincia de Cotopaxi, ya que, el único canal de abastecimiento del líquido vital para los cultivos es el río Cutuchi, sin embargo, el agua es de pésima calidad debido a su trayecto, siendo contaminada hasta llegar a los cultivos, presentada con un aspecto diferente e incluso un olor desagradable, siendo así la variedad Selenaya sosulka una especie que presenta una panoja erguida de notable tamaño acompañada de una altura de planta de tamaño pequeño, la cual es un problema para el contacto con el agua y en un suelo contaminado, provocando daños en el producto tanto para el consumo como para la comercialización. Resulta de valioso interés conocer resultados del amaranto al someter a campos con distintas magnitudes estudiadas en esta investigación con el fin de entender el mejor comportamiento y de esta manera, compartir las experiencias con los agricultores brindando una oportunidad al cultivo de este producto ya que aporta valores nutritivos.

La presente investigación nace de la necesidad de estudiar el efecto del agua magnetizada, la misma que se representa en diferentes intensidades que son 1000, 3000, 5000 Gaus, sin embargo, existe un tratamiento basado en agua normal sin necesidad de exponer a campos

magnéticos, distribuidas de acuerdo con la metodología planteada por el investigado. Al concluir esta investigación se conocerá la influencia de cultivos representativos de la localidad con relación al amaranto y su variedad selenaya sosulka con poco conocimiento en la sociedad

La investigación busca proporcionar información valiosa que será de gran relevancia para futuros investigadores y lectores que muestren interés en el tema con el fin de llegar a los agricultores para aumentar la dedicación a la siembra y producción de amaranto, además puede la información puede ser asociada a cultivos de su preferencia.

4 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

4.1 Beneficiarios directos.

Los beneficiarios directos del proyecto de agua magnetizada son los pequeños, medianos y grandes agricultores interesados en el cultivo de amaranto, la comunidad de la Universidad Técnica de Cotopaxi y futuros investigadores.

4.2 Beneficiarios indirectos.

Los beneficiarios indirectos del presente proyecto son la totalidad de los agricultores de la provincia de Cotopaxi y en sí de todo el Ecuador.

5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años la provincia de Cotopaxi ha presentado afectaciones sensibles al suelo y a los diversos cultivos debido a la mala calidad del agua, la provincia de Cotopaxi en los próximos años se extenderá a 161 000 hectáreas de superficie regada, esta provincia posee canales de riego que abastecen de este recurso a varios lugares. El Campus Empírico Académico de Salache, perteneciente a la Universidad Técnica de Cotopaxi utiliza el agua proveniente del canal Latacunga-Salcedo-Ambato para la actividad agrícola-pecuaria, sin embargo, esta también se ve afectada por la contaminación de diversos recursos químicos que le brindan características fisicoquímicas negativas como la dureza y salinidad. El amaranto no soporta el exceso de humedad ya que es propenso a enfermedades de pudriciones o aparición de insectos como la mosca blanca o cogollero. En diferentes análisis de agua realizado por (Chiliquinga & Taipe, 2009) exponen que dicha agua posee un promedio de dureza de 298mg/l y en análisis realizados en el año 2019 por Chicaiza (2019), se exhibe que el agua presenta que una dureza de 308,8 mg/l se cataloga como muy dura para ser utilizada para fines agrícolas

El problema principal producido por el riego incesante, 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 que causan toxicidad, la formación de incrustaciones ocasionan un desequilibrio de propiedades químicas y físicas del suelo (permeabilidad y aireación, conductividad eléctrica, pH, tensión superficial), reduciendo los rendimientos de producción de los cultivos.

Según un artículo publicado por el Diario La Hora, en el año 2019, mencionó que en un análisis de cuerpos de agua dulce realizado por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (Inamhi) el río Cutuchi de la ciudad de Latacunga, tiene contaminación media de plomo, fosfato, hidrocarburos y un nivel alto conformes por la falta de plantas de tratamiento de aguas servidas, principales generadoras de enfermedades como infecciones intestinales y por supuesto la alteración del pH considerado como el micro causante de varias enfermedades internas a los cultivos, en ciertos casos incluso afectando al crecimiento de las plantas impidiendo alcanzar su etapa de maduración y cosecha.

6 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El agua magnetizada será un factor que incide en la etapa de floración y cosecha del amaranto de la variedad *Selenaya Sosulka* en el campo experimental Salache.

7 OBJETIVOS:

7.1 Objetivo General:

Analizar el efecto del agua magnetizada en la segunda fase de floración y cosecha del amaranto (*Amaranthus Caudatus L*) de la variedad *Selenaya Sosulka*.

7.2 Objetivos específicos:

- Examinar la conducta de las características físicas-químicas del suelo y agua al ser sometidos a campos magnéticos.
- Establecer la conducta agronómica de las plantas de Amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad *Selenaya Sosulka* con la aplicación del agua magnetizada.

Tabla 1: Actividad por objetivo.

OBJETO	ACTIVIDAD	RESULTADO	MODOS DE VERIFICACION
1.- Examinar la conducta de las características físicas-químicas del suelo y agua al ser sometidos a campos magnéticos.	Medir el pH del agua magnetizada y no magnetizada en un laboratorio. Analizar los resultados obtenidos de la medición del pH	Muestras enviadas al laboratorio Interpretación de resultados	Libreta de campo Fotografías del proceso
2.- Establecer la conducta agronómica de las plantas de Amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i>) diversidad Selenaya Sosulka con la aplicación del agua magnetizada.	Riego Medición de factores variantes (altura, diámetro, longitud de raíz, clorofila). Datos a la cosecha (peso de panoja, peso de semilla).	Registro de las variables Variaciones entre el agua magnetizada y no magnetizada	Libreta de campo Fotografías

Elaborado por: Arias, D. 2022

8 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

8.1 Taxonomía

El amaranto forma parte de la familia *Amaranthaceae*, subfamilia *Amaranthoideae*, y del género *Amaranthus* L, género que predomina en el clima tropical, sin embargo, puede distribuirse en la totalidad de los climas, es decir, desde el nivel del mar hasta los 3600 msnm. Dada que la familia *Amaranthaceae* se conforma por 82 géneros y 840 especies, 40 de estas especies de *Amaranthus* son nativas de América (Aguilera, 2021). En América se estima el cultivo de tres especies de grano de “*Amaranthus caudatus* L. en los Andes de Perú, *A. hypochondriacus* L. en la región central de México y *A. cruentus* en el sur de México y Guatemala”. Sin embargo, en la actualidad, el cultivo del amaranto se ha esparcido mundialmente, entre los primordiales países productores de amaranto de grano se menciona a: India, China, México, Kenia, Nepal, Estados Unidos, Perú, Bolivia, Nepal, Pakistán, Rusia y Argentina, debido a sus altas características de valor nutricional (Matías, 2018).

8.2 Etnografía del amaranto

La domesticación del amaranto para cultivo y producción poseyó su origen en América llevado a cabo por antiguos agricultores, su evolución fue inminente, sus semillas negras fueron mutadas por semillas blancas, es decir, tras la variación de color, los granos tuvieron un sabor mejor y una superior calidad de reventado, esto facilitó para que los agricultores desecharan las semillas negras del cultivo delimitando el entrecruzamiento entre plantas cultivadas y malezas; de esta manera favoreció a la evolución de las plantas domesticadas como las que ahora se tiene (Matías, 2018).

En general la producción del amaranto se basa en tres formas dependiendo de la variabilidad de su región.

8.2.1 *La siembra de trasplante:*

Técnica ancestral de las chinampas, especialmente cuando entra en la época de lluvias la planta es trasplantada al terreno definitivo.

8.2.2 *La siembra directa:*

Esta consiste en labrar la tierra y sembrarlas a mano.

8.2.3 *El sistema intensivo:*

Nueva técnica que vislumbra la directa siembra mecánica en altas densidades, fertilización del suelo, cosecha y limpieza mecánica.

El amaranto por lo general es tolerante a la sequía, sin embargo, su mejor desarrollo se da en climas cálidos y secos. Debido a su metabolismo C4 en fotosíntesis como el maíz y por su variabilidad a la luz tiene una gran capacidad de adaptación en diferentes condiciones climatológicas alrededor del mundo, su rendimiento es de aproximadamente 1500 kg/ha, y su variabilidad oscila entre 45-95g de grano (Bressani, 2006, p. 9).

8.3 Descripción Botánica

El amaranto es una especie herbácea o arbustiva de diversos colores desde el verde al morado con diversas coloraciones intermedias. Posee **tallos** con distintas tonalidades con pubescencia, lanosa o villosa, simples o ramificados.

8.3.1 Hojas:

Simples, alternas y sin estípulas con un pecíolo variable glabra y en ciertas especies con pubescencia esparcida en la cara adaxial y abaxial, nerviación prominente en la cara abaxial, el nervio medio constantemente se extiende en una culminación espinescente con ramificaciones axilares y en pocos casos con glomérulos axilares (Global, 2011).

8.3.2 Flores

Zigomorfas pequeñas, subtendidas por una bráctea y 2 bractéolas, habitualmente similares en forma y dimensión, generalmente unisexuales, es decir, de una misma inflorescencia, las masculinas frecuentemente distribuidas en la porción apical y las femeninas con igual o más tamaño que su fruto (Global, 2011).

- Estambres normalmente de un número común al de los sépalos, libres entre sí;
- Filamentos homodínamos y tecas paralelas.
- Estigmas con estilos terminales y libres.
- Semillas solitarias, lenticulares a orbiculares, de variable color, opaco o brillante.

8.4 Composición Química

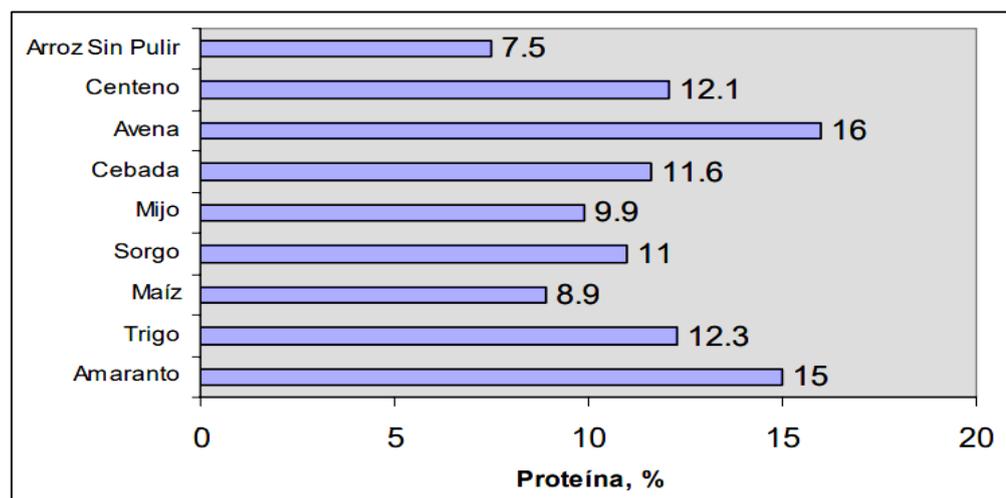
El amaranto se constituye como un grado pseudocereal como la quínoa o el trigo, por esto sus componentes químicos se comparan con la composición del cereal. Los datos de sus componentes proximales de las tres principales especies de amaranto de grano se presentan a continuación en la Tabla No.2:

Tabla 2: Composición química del grano del Amaranto (g %)

	<i>A. cruentus</i>	<i>A. caudatus</i>	<i>A. hypochondriacus</i>
Humedad	9.7	10.7	10.8
Proteína	17.0	14.9	15.5
Extracto etéreo	8.1	9.1	5.4
Ceniza	3.5	2.9	3.6
Fibra cruda	3.4	2.8	2.6
Carbohidratos	67.4	70.3	62.1
Caloría/100g	405	414	359

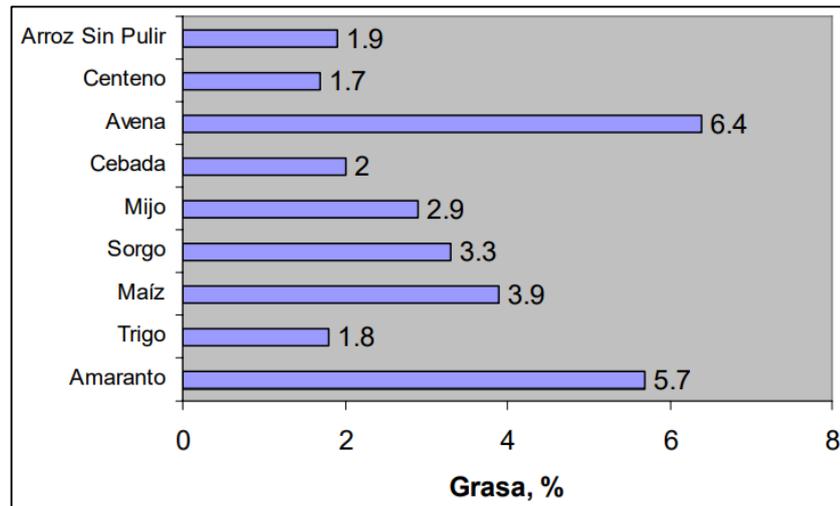
Fuente: (Bressani, 2006)

En cuanto a la composición química del grano por gramo y porcentaje resalta el alto y relativo valor nutricional de proteína que puede variar entre un 14 a 17%, sin embargo, se han realizado presentaciones de hasta el 22%, no obstante, el valor de grasas y calorías también se torna proporcional. En la figura No. 2 se puede apreciar los valores porcentuales del amaranto en comparación con otros cereales similares en composición y textura. Resultando el grano de amaranto y la avena como los cereales que aportan más valor proteico.

Figura 1; Comparación del % de proteína del grano del Amaranto con otros cereales.

Fuente: (Bressani, 2006)

Figura 2; Comparación del % de grasa del grano del Amaranto con otros cereales



Fuente: (Bressani, 2006)

En la Figura No. 2 muestra la composición de grasa en % del grano del amaranto en comparación con otros cereales. A la vez el amaranto contiene ciertas cantidades adicionales de P, K y Ca que los cereales normales.

8.5 Condiciones agroecológicas para el cultivo del Amaranto

8.5.1 Temperatura:

Una temperatura en óptimas condiciones para la germinación de las semillas de amaranto generalmente es de 25 °C, mientras que para una mayor eficiencia fotosintética se necesita 28 °C (Carvajal, 2017). Se ha registrado que la temperatura mínima para su buen desarrollo y crecimiento debe ser de 8 °C valores porcentuales menores a este la planta sufriría un daño de enfriamiento.

8.5.2 Altitud:

Las semillas de amaranto tienen un gran rango de adaptabilidad entre 1500 y 2800 msnm, es decir, que esta especie podrá ser cultivada con normalidad en los vales bajos de la Sierra, siempre y cuando los sitios no superen una altitud de 3200 msnm, por su alta sensibilidad a las temperaturas bajas. (Illescas, 2017)

8.5.3 Precipitación:

Gracias a pruebas de adaptabilidad realizadas en diferentes regiones, años y en condiciones de exigente humedad se determinó que la precipitación rentable para el buen crecimiento del amaranto debe oscilar en 400 a 600 mm. El amaranto puede germinar en precipitaciones

variables a 400-2000 mm de lluvia al año, con una alta resistencia a periodos de déficit hídrico. (Mujica & Quillahuamán, 1989). Se ha determinado las épocas fisiológicas críticas de necesidad de humedad son: entre la siembra y el surgimiento de las dos primeras hojas verdaderas, entre el panojamiento y la floración y en la etapa de formación de granos.

8.5.4 Vientos:

Gracias a estas mismas pruebas realizadas en los cultivos de amaranto se logró determinar el cultivo ingresa en la etapa de floración, este se torna más voluptuoso debido a la presencia de vientos causando un efecto negativo en su cultivo. Por lo tanto, es vital colocar barreras rompe vientos elaborados naturalmente con plantas de retama, arbustos pequeños y demás que permitan disminuir la incidencia directa del viento al cultivo del amaranto para evitar el acamamiento de las plantas. (Illescas, 2017).

8.5.5 Preparación del suelo para el cultivo:

Es necesario tener un terreno bien mullido, para asegurar la unión entre la semilla y la tierra, así como la adecuada preparación del suelo, misma que permitirá que la germinación de la semilla se desarrolle sin retención de la humedad para optimar el beneficio de los fertilizantes y nutrientes del suelo a la semilla. Además, se recomienda barbechar a 60 centímetros de profundidad para fragmentar, aflojar y voltear la capa arable del terreno (López, 2014) esto facilitará el entierro de las malas hierbas y restos de demás desechos de cultivos anteriores.

8.5.6 Fertilización química:

El cultivo responde bien a una fertilización química, con un componente de nitrógeno y fósforo y el abono orgánico. Para esto, se debe aplicar de 80-40-40 kg/ha de N-P-K (aproximadamente 3 qq de 10-30-10 más 3 qq de úrea y ½ de muriato de potasio o a su vez unas 10 t/ha de materia orgánica descompuesta (Nieto, 1989). En los suelos que están bien fertilizados o que anteriormente estuvieron cultivados con otras especies, dejan remanentes que pueden ser aprovechados y cultivar el amaranto sin la necesidad de fertilizar.

8.6 Floración y Cosecha

Esta especie presenta una floración tardía, por esto es fundamental realizar deshierbas, para ayudar al avance del ciclo, sobre todo en sitios de abundante maleza. Pasado el primer mes de cultivo, empieza a crecer rápidamente hasta cubrir el suelo, esto obstaculiza el crecimiento de

malezas (Nieto, 1989). No obstante, es necesario efectuar un trabajo de aporque para ayudar a su segunda deshierba.

La etapa cosecha se realiza cuando la planta ya tiene signos de madurez, para esto se puede utilizar siega con hoz y/o formar gavillas para luego trillar, se han reportado cosechas fructuosas manejando estas técnicas combinadas. La duración del periodo vegetativo dependerá de la variedad y especie de Amaranto a cultivar, así como las condiciones climáticas y físico - químicas del suelo, sin embargo, estudios han determinado que el ciclo del cultivo puede tornarse entre 120 y 180 días con un rendimiento de 900 a 4000 kg/ha, y 20 t/ha de materia verde (Nieto, 1989). Asimismo, recordar su rico aporte alimenticio en proteína, grasa, fibra y minerales, además, se lo puede utilizar en la alimentación humana y animal.

Una vez finalizada la trilla es importante procesar el grano y proceder al secado ya sea bajo el sol o por medio de secadoras convencionales, esto previo a su almacenamiento o mercadeo. Para una mejor comercialización es necesario eliminar las impurezas del grano.

Para una mejor floración del Amaranto es recomendable plantarlo en el mes de junio para que su cosecha sea en noviembre y aprovechar su amplio uso tanto en semillas y hojas como: el cereal reventado y harina (México, 2020). Entre el proceso de la cosecha para el cultivo del amaranto se ha determinado:

8.6.1 Corte de panojas:

Se procura realizar un cercano de la primera rama de la panoja, para posterior depositarlo en sacos en buen estado (sin agujeros) para impedir pérdidas de semilla en el traslado al área de secado (Morales, 2015).

8.6.2 Secado de panojas:

Una vez realizada la labor de cosecha de panojas los sacos se deben trasladar al área de secado o tendal para depositarlas sobre una carpa, estas se secarán al sol durante cuatro días.

8.6.3 Aporreo:

Las panojas secas son aporreadas sobre una carpa con una vara de 1.8m de longitud, para limpiarlas de impurezas (tallos y ramillas más gruesas de la panoja).

8.6.4 Tamizado:

Para esto se utiliza dos tamices, uno de 3.5–4 mm que elimina la basura gruesa como hojas y restos de ramillas florales, y un segundo de 1–1.5 mm para apartar el grano de la capsula (Morales, 2015).

8.6.5 Efecto del campo electromagnético en el cultivo:

Tras un estudio realizado sobre el efecto estimulante de los campos electromagnéticos que tienen en la formación y crecimiento de los callos se demostró que existe una fuerte dependencia entre los efectos que tiene su origen desde el nivel celular de las plantas y la frecuencia y tiempo de exposición a los campos electromagnéticos (Dubois, 2007). Además, se determinó que el campo magnético tiene un efecto estimulador sobre los sistemas biológicos de los cultivos gracias a distintos mecanismos, como son el aumento de la actividad enzimática y el incremento de la eficiencia de los procesos concernientes con la división celular (Dubois, 2007).

Varios autores coinciden en esta afirmación de determinar los cambios producidos por la sensibilidad de los mecanismos de transporte y la permeabilidad de las membranas. Por esto, se puede considerar la influencia positiva del electromagnetismo para la germinación y formación de plántulas (Dubois, 2007).

8.6.6 Agua magnetizada para el cultivo:

Mediante un estudio realizado por los investigadores Mamani y Félix, sobre la aplicación del agua magnetizada del cultivo de papa en 2017, determinaron que el tratamiento del agua con ayuda de campos magnéticos para efectuar la irrigación de los cultivos se ha convertido en una de las mejores, innovadoras y modernas tecnologías para ahorrar el agua de riego y mejorar la disminución de la acumulación de sal en el terreno. Se comprobó que la aplicación del agua magnetizada en las plantas fue soberanamente efectiva para amplificar sus características de germinación y rendimiento (Mamani, 2017). Los resultados logrados en esta investigación permitieron observar que el sistema de riego por goteo utilizado con agua magnetizada aumento los niveles de desarrollos en altura y diámetros mejores de tallo con 91,1 cm y 1,8 cm en relación al tratamiento de riego con agua común.

El efecto de un campo magnético sobre el cultivo incrementó la actividad enzimática y mejora de la eficiencia del proceso de división celular, ya que inicialmente permitió cambios en la permeabilidad de las membranas y en la sensibilidad de los componentes de tránsito a través de estas, el proceso bio-eléctricos involucra a los iones y los moviliza con eficiencia en presencia

de un campo electromagnético (Mamani, 2017). Asimismo, el campo geomagnético interviene en el movimiento y absorción de elementos debido a una excelente movilidad de la membrana que actúa sobre la materia y organismos biológicos en todas las fases, es decir, desde la germinación hasta su crecimiento; estos efectos producidos en el metabolismo de las plantas en función a su intensidad, aplicación y componentes ambientales. Resulta que la magnetorecepción en las plantas como la transmisión de energía en la materia que tiene radicales libres, esta energía provoca una bio-estimulación en los procesos fisiológicos.

8.6.7 Los campos magnéticos y el agua:

El tratamiento magnético del agua se ha considerado una efectiva técnica para mejorar y optimizar la eficiencia de los valores del uso del agua gracias a su efecto en las propiedades físicas y bio-químicas del agua y el suelo (Mamani, 2017). Este tratamiento hace que el agua sea más apropiada para diferentes usos, gracias a los físico - químicos en los enlaces de hidrógeno, tensión superficial, polaridad, conductividad eléctrica, pH y solubilidad de 7 las sales. Además, se determinó que el agua cuando pasa por un campo magnético adquiere por un lapso de 24 a 48 horas, esto dependerá de la intensidad del campo magnético, la velocidad en que cruza la fuente del campo y la composición de las sales diluidas.

8.6.8 Efectos del agua magnetizada en el suelo:

El agua magnetizada acelera la acción dinámica de microorganismos efectivos del suelo, desarrollando una acción de rehabilitación químico-biológica sobre el suelo, gracias a la salinidad que permite la reducción del tiempo y mejora la eficiencia del aumento a través de la actividad biológica (Mamani, 2017). La aplicación de estímulos electromagnéticos al agua de riego perfecciona las propiedades físico - químicas del suelo, con una depreciación de la compactación y progreso en su estructura. En el sistema de riego mengua la tensión superficial de la solución salina en el suelo, asimismo desarrolla la solubilidad de las sales e incrementa los procesos dinámicos de infiltración y movilidad de iones (Dubois, 2007).

El agua aplicada con magnetizadores desatasca y fragmenta el suelo comprimido permitiendo a las raíces libertad de desarrollarse y de absorber los nutrientes aceleradamente, gracias al principio de la magneto - hidrodinámica que ayuda a la reducción de la tensión superficial del agua, facilitando más solubilidad y por ende penetración a las raíces de las plantas. Tal como se muestra en la Tabla No. 3:

Tabla 3: Efectos del magnetismo

Efectos del magnetismo		
En el agua	En la planta	En el suelo
Rompe la tensión superficial.	Mejora la asimilación de nutrientes.	Mejora la capacidad de infiltración.
Mas soluble, ligera y menos viscosa.	Mejora el proceso de germinación.	Mejor retención de humedad.
Contrarresta el efecto de la dureza, las sales y el hierro.	Optimización de energía y de las aplicaciones fitosanitarias.	Mejora el PH del suelo.
Reorganizan las partículas de agua	Aumenta la eficiencia de los fertilizantes y agroquímicos.	Reduce la salinidad del suelo a partir del primer año.
Reduce el consumo de agua.	Aumenta la calidad del producto.	Mejora la distribución del agua en el perfil del suelo.
Reduce lo solidos totales (TDS).	Aumenta la producción de% 15 a 30%.	
Aumenta la productividad del agua.	Mayor vida útil post-cosecha	

Fuente: (Redagráfica, 2017)

Adaptado por: Arias, D, 2022

Tabla 4: Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego.

PARÁMETROS DE LOS NIVELES DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO				
PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIÓN *		
		Ninguno	Ligero-Moderado	Severo
Salinidad: (1)				
CE (2)	milimhos/cm	0,7	0,7-3,0	>3,0
SDT (3)	mg/l	450	450-2000	>2000
Infiltración: (4)				
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
Toxicidad por iones específicos (5)				
Sodio:				
Irrigación superficial RAS (6)	meq/l	3,0	3,0-9,0	>9
Aspersión	meq/l	3,0	3,0	
Cloruros:				
Irrigación superficial	meq/l	4,0	4,0-10,0	>10
Aspersión	meq/l	3,0	3,0	

Boro:	mg/l	0,7	0,7-3,0	>3
Efectos misceláneos (7)				
Nitrógeno (N-NO ₃ -)	mg/l	5,0	5,0-30,0	>30
Bicarbonato (HCO ₃ -) 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 del Ecuador, 2015)

Tabla 5: Nivel de dureza para agua riego.

CLASIFICACIÓN	RANGO	UNIDAD
Blandas	0-100	mgCaCO ₃ /l
Moderadamente duras	101-200	mgCaCO ₃ /l
Duras	201-300	mgCaCO ₃ /l
Muy duras	>300	mgCaCO ₃ /l

Fuente: (Ayala et al., 2016)

9 MATERIALES.

9.1 Materiales Físicos.

- Imanes magnetizadores
- Flexómetro
- Libro de campo
- Cintas de goteo
- Alambre
- Tubos PVC
- Manguera de ¾ y ½
- Medidor de clorofila CCM-200 plus
- Probetas
- Sopladora
- Trilladora mecánica

- Fundas de papel

9.2 Materiales Químicos.

- Insecticidas
- Funguicidas

9.3 Equipos de Laboratorio.

- Balanza digital
- Calibrador

9.4 Programas de análisis.

- Excel
- Programa estadístico Infostat

10 VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS

10.1 Hipótesis:

10.1.1 *Hipótesis alternativa*

- La magnetización producirá cambios en los parámetros físicos-químicos de agua y suelo.
- La aplicación de agua magnetizada mejora la floración y cosecha del Amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka.

10.1.2 *Hipótesis Nula*

- La magnetización no producirá cambios en los parámetros físico - químicos de agua y suelo.
- La aplicación de agua magnetizada no mejora la floración y cosecha del Amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka.

11 OPERACIONALIZACIÓN 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 6:** Operacionalización de variables independientes

INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	INTRUMENTO TECNOLÓGICO	INTRUMENTO METODOLÓGICO	TÉCNICA
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: Arias, D, 2022

11.3 Variable dependiente.**Tabla 7:** Operacionalización de variables dependientes

INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	INTRUMENTO	INTRUMENTO METODOLÓGICO	TÉCNICA
Altura de planta	cm	Flexómetro	Libro de campo	Tabulación de datos en Excel
Volumen de raíz	cm ³	Probetas	Libro de campo	Tabulación de datos en Excel
Diámetro de la panoja	mm	Calibrador digital	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
Peso de panoja	g	Balanza digital	Libro de campo	Tabulación de datos en Excel
Peso de Semilla	g	Balanza digital	Libro de campo	Tabulación de datos en Excel
AGUA				

pH	Indicadores	Peachimetro	Medidas de pH	Método potenciómetro
Dureza del agua	Grados hidrométricos	Ppm	Análisis de agua	Interpretación
SUELO				
Conductividad eléctrica del suelo	dS/m	Sonda Martek-SCT	Análisis de suelo	Interpretación

Elaborado por: Arias, D, 2022

12 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

12.1 Ubicación del área de estudio

El desarrollo de la investigación se ejecutó en el Centro Experimental Académico Salache (CEASA) de la ciudad de Latacunga junto a las instalaciones del proyecto de Granos Andinos. Está situada en el centro-norte de la Región interandina del Ecuador, perteneciente al Cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi en las instalaciones de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Tabla 8: Ubicación del área de estudio y condiciones climáticas de la implementación del ensayo

Provincia	Cotopaxi
Cantón	Latacunga
Parroquia	Salache
Latitud	0.9352
Longitud	78.6155
Altitud	2.767 m
Temperatura anual	13° C
Precipitación anual	De 500 a 1 000 mm

Fuente: (Google, 2021)

Adaptado por: Arias, D. 2022

Figura 3: Ubicación del proyecto de investigación



Fuente: Google Earth

12.2 Tipo de investigación

12.2.1 La investigación experimental

Para la evaluación de la efecto del agua magnetizada sobre la floración y cosecha del amaranto, se empleó una investigación experimental que permitió la aplicación de concentraciones experimentales no comprobadas sobre ciertas condiciones no controladas. A la vez, la investigación cuantitativa determina la medición de variables de acuerdo con nuestro sujeto de experimentación que es el rendimiento del agua magnetizada.

12.2.2 Investigación descriptiva

Mediante los métodos deductivos se especificó e identificó las características del objeto de estudio con el fin de determinar la evaluación del efecto del agua magnetizada a través de características elementales para una interpretación correcta.

12.3 Métodos

12.3.1 Método científico

Se basó en la observación sistemática de parámetros de medición para la formulación y análisis de resultados de la evaluación del rendimiento del agua magnetizada según las hipótesis planeadas.

12.3.2 Analítico deductivo

Mediante este análisis se determinó los efectos y evaluación para explicar las analogías del rendimiento en floración y cosecha, de esta manera se logra entender de mejor manera el objeto de estudio.

12.4 Técnicas

12.4.1 Diagnóstico

Mediante esta técnica se evaluó el campo de investigación, lugar en el cual se efectuó el ensayo experimental en base a condiciones físico - químicas para la extracción de muestreos del suelo y agua.

12.4.2 Observación

Se desarrolló una observación sistemática para recolectar la información del tratamiento en base a las variables determinadas en la hipótesis de la investigación y la evaluación firme del rendimiento del agua magnetizada.

12.4.3 Registros de datos

Mediante programas estadísticos se analizaron los datos obtenidos, los cuales fueron representados en tablas para una mejor interpretación y análisis al finalizar la investigación.

12.4.4 Tabulación de datos

A través de un programa estadístico se obtuvo la tabulación de datos progresivos para el análisis respectivo.

13 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para ejecutar la investigación se aplicó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con 4 tratamientos y 4 repeticiones, dando un total de 16 unidades experimentales. Este permitió controlar en campo los factores con relación a la variabilidad de los resultados en la investigación.

13.1 Adeva

Tabla 9: Análisis de varianza.

Fuente de Variación Grados de libertad	Fuente de Variación Grados de libertad
Total	15
Tratamientos	3
Repeticiones	3
Error experimental	9

Elaborado por: Arias, D. 2022

13.2 Parcela neta.

En la zona de trabajo se usó un total de 320 fundas con las medidas de 14x16' (pulgadas), expresado en centímetros es 28x32 y un total de 640 plántulas situadas en un lugar de 17 (m) de extenso y 3(m) de ancho proporcionando un total de 51(m²).

13.3 Factores en estudio

13.3.1 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 10: Factor de magnetización.

Nº 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: Arias, D. 2022.

13.4 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 con 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 T4 no posee alguna acción magnética se puede observar el esquema en el **Anexo 3**.

14 MANEJO DEL EXPERIMENTO.

14.1 Preparación de sustrato.

Fueron llenadas fundas de 14 x 16´ (pulgadas) expresado en cm es 28x32, un total de 320 fundas con una mezcla de tierra y eco bonaza, con un 98% de su capacidad.

14.2 Delimitación del área de investigación.

Se colocaron 20 fundas de 28x32 cm por cada tratamiento, el total de plantas solicitadas para el ensayo de investigación fueron de 320, de las cuales se quitaron en cada toma de datos.

14.3 Densidad de siembra.

Se colocó 2 plantas por cada funda para ir descartando la planta en exceso. EL total de plantas requeridas para el ensayo de investigación fue de 320, de las cuales se dedujeron en cada toma de datos.

14.4 Riego.

La frecuencia del riego se realizó 3 veces por semana durante el desarrollo de la investigación. Con el fin de decidir la capacidad de campo y proporcionar el agua a las plantas, además se usó el tensiómetro para facilidad del investigador. Por último, se realizó la aplicación del agua de riego en un lapso de 20 min hasta su capacidad de campo en la totalidad de los tratamientos, el suministro de agua se realizó en las horas de la mañana.

14.4.1 Determinación del requerimiento hídrico de la planta.

Se logró un registro detallado de las temperaturas, precipitación y radiación solar para percibir el requerimiento hídrico de la planta, obteniendo como resultado la evapotranspiración del cultivo. Al final, se utilizó el sistema de riego por goteo, para elaborar un sistema independiente para cada imán y proporcionar agua por tratamiento.

14.5 Cosecha

La cosecha se realizó de acuerdo con el ciclo fenológico del cultivo considerando la dureza de la semilla registrada a los 140 después de su trasplante, para esta función el investigador con la ayuda de una oz procedió al corte de las panojas de acuerdo con la metodología experimental.

14.6 Post cosecha

Después de ser cosechado en el campo se pasa al tiempo de secado de la panoja después de 7 días se procedió a la trilla del grano para finalizar con el pesado de la misma, de acuerdo con el diseño metodológico. Para terminar, se manejó el sistema de riego por goteo, en donde se elaboró un sistema independiente para cada imán y suministrar agua por tratamiento.

14.7 VARIABLES DE RESPUESTA.

14.7.1 Variables agronómicas.

- Altura de planta (cm)
- Diámetro de la Panoja (mm)
- Longitud de Panoja (cm)
- Volumen de la raíz (cm³)
- Contenido de clorofila (CCI)
- Peso de panoja seca (g)
- Peso de Semilla (g)

14.7.2 Variables de agua y suelo.

- pH
- Parámetros físicos-químicos

15 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES.

15.1 Variables agronómicas.

15.1.1 Altura de planta (cm).

Se midió en centímetros mediante un flexómetro, con la medición desde el cuello de la planta hasta el ápice, dicha actividad de medición se efectuó cada 10 días, en la etapa de floración hasta antes de la cosecha.

15.1.2 Diámetro de panoja (cm)

Se midió en centímetros mediante un calibrador pie de rey digital, con la medición del borde inferior de la panoja esta actividad de medición se lo realizo cada 10 días desde la etapa de floración hasta la cosecha.

15.1.3 Longitud de panoja (cm).

Se midió en centímetros con ayuda de un flexómetro, la medición se hizo desde la base inicial de la panoja hasta finalizar. Dicha actividad de medición fue realizada cada 10 días, después del inicio del índice de floración hasta antes de la respectiva cosecha.

15.1.4 Volumen de la raíz (cm³).

Se midió la raíz en centímetros cúbicos mediante una probeta con capacidad de 1000 ml, con una medición de la siguiente manera: se procedió arrancar una planta al azar, se trató de extraer la tierra para que la raíz permanezca libre, colocación de la planta en la probeta con agua para observar cuantas líneas de medida marca el agua. Esta actividad de medición fue efectuada cada 20 días mediante un muestreo destructivo.

15.1.5 Contenido de Clorofila (CCI).

Se midió el porcentaje de clorofila con el equipo de medición el CCM-200 plus, la medición es en CCI, a través del método de plantas al azar, se realizó cada 20 días en la etapa de floración y l misma termino antes de la cosecha.

15.1.6 Peso de Panoja seco (g)

Se pesó respectivamente en una balanza digital registrada la cual nos otorgaba las unidades de medida en gramos para finalmente los datos sean registrado en el libro de campo.

15.1.7 Peso de semilla (g)

Para esto se consideró el peso del grano de cada tratamiento esto después de pasar por el proceso de trilla en este caso fue manual para no confundir los tratamientos, posterior se pesa en una balanza digital para recoger los datos en un libro de campo.

15.2 Variables de agua y suelo.

15.3 Agua.

15.3.1 pH.

Se realizó la toma de muestras de agua en embaces pequeños correspondientes a cada tratamiento para posteriormente llevarlos al laboratorio de ayuda (Total Chem Lab) datos que fueron analizados al finalizar el ensayo.

15.3.2 Dureza del agua.

Se realizó la toma de muestras del agua respectivamente acorde a los tratamientos los cuales se entregaron al laboratorio (Total Chem Lab) los datos otorgados sea base fundamental para concluir el ensayo.

15.4 Suelo.

15.4.1 pH.

Se recogió muestras de suelo de cada tratamiento para los análisis de pH, mismo que se realizó al final del ensayo mediante un análisis de laboratorio proporcionado por (Total Chem Lab).

15.4.2 Conductividad eléctrica.

Se realizaron la toma de muestras del suelo acorde a los tratamientos para ser analizadas al concluir el ensayo.

15.5 Características de los imanes usados para la investigación.

El imán manejado en el tratamiento del agua posee un material de polietileno, o también llamado plástico, colocado en la tubería de PVC para agua de riego como material no magnético. Se procedió en cada riego a situar el imán correspondiente dependiendo del tratamiento a emplear. Cabe indicar que, es amigable con el ambiente el dispositivo. El primer imán mineral posee la forma de un prisma, los cuales se encuentran dentro de la base de polietileno como se muestra en la (Tabla 12), el segundo imán de Neodimio tiene forma de un cubo el cual contiene dos imanes de neodimio, cada imán está situado a base de polietileno (Tabla 13).

Tabla 11: Especificación técnica del imán de Mineral magnet II.

Producto	Especificación	<p>Figura 4; Imán mineral magnet II.</p>  <p>Elaborado por: Arias, D. 2022</p>
Peso	454 g	
Dimensiones	11,4 x 14 x 6,4 cm	
Intensidad	2000 Gauss	

Tabla 12: Especificación técnica del imán de Neodimio.

Producto	Especificación	<p>Figura 5: Imán de neodimio.</p>  <p>Elaborado por: Arias, D. 2022</p>
Peso	354 g	
Dimensiones	10 x 10 x 5 cm	
Intensidad	1000 Gauss	

16 RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Dentro de este apartado se dará más a detalle los resultados obtenidos durante esta investigación tomando en cuenta todos y cada uno de los datos que se obtuvo durante este proceso.

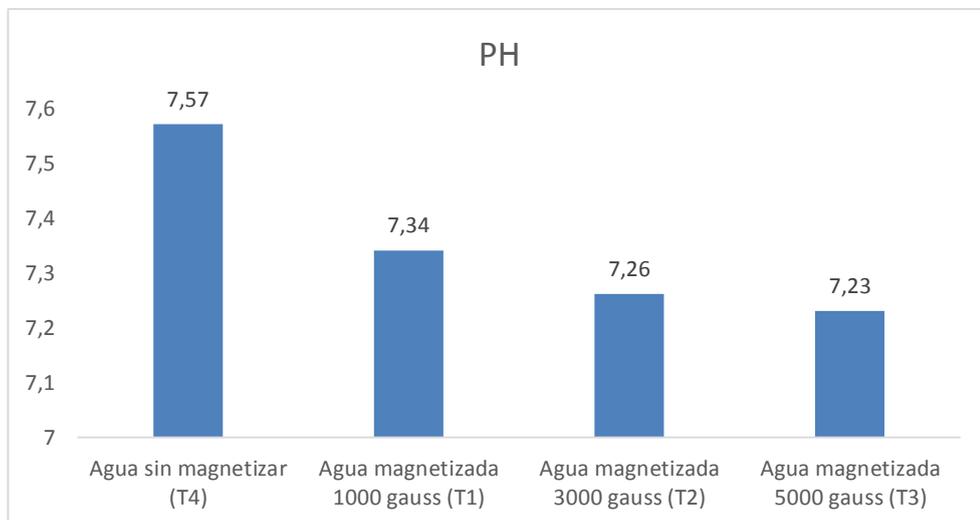
16.1 Análisis del comportamiento químico del agua.

Tabla 13: Nivel de dureza para agua riego.

Parámetros	(T1) 1000 Gauss	(T2) 3000 Gauss	(T3) 5000 Gauss	(T4) Sin magnetizar
PH	7,34	7,26	7,23	7,57
CE us/cm	656	655	670	203
TDS mg/l	333	329	334	103
Carbonatos	0	0	0	0
Bicarbonatos mg/l (HCO₃)	176,4	186,2	186,2	186,2
Alcalinidad Total meq/l	3,53	3,72	3,72	3,72
DUREZA TOTAL expresado en mg/L CaCO₃ ecuación	147	147	160	147

Elaborado por: Arias, D, 2022

Figura 6: Niveles de pH de agua tratada y sin tratar magnéticamente.



Elaborado por: Arias, D, 2022

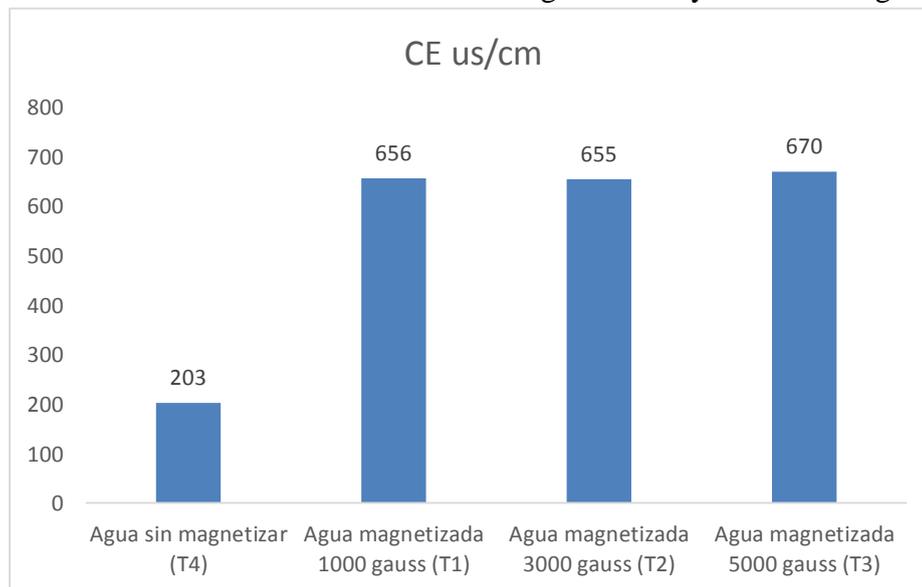
En la **Figura 6** según el Ministerio del Ecuador (2015), los parámetros en cuanto a los niveles de calidad de agua para riego, establece que el nivel de pH va de 6,5 a 8,4. El tratamiento T4 sin someter a campos magnéticos presentó un pH de 7,57 que pertenece a un rango normal para el uso de agua de riego, el tratamiento T1 con un campo magnético de 1000 gauss presentó un pH de 7,34 que pertenece a un rango óptimo para el riego. El tratamiento T2 con una intensidad

magnética de 3000 gauss y un pH de 7,26 y el tratamiento T3 con intensidad magnética de 5000 gauss con un pH de 7,23 pertenecen a un óptimo rango para el uso agrícola.

Por lo tanto, se considera que los cuatro tratamientos realizados cumplen con la normativa vigente, aportando un pH propicio para el desarrollo del *Amaranthus caudatus L*, dado que, es un parámetro importante en los suelos de uso agrícola, que afecta de forma directa a la absorción de nutrientes del suelo por las plantas (Chicaiza, 2020) .

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

Figura 7: Niveles de conductividad eléctrica de agua tratada y sin tratar magnéticamente



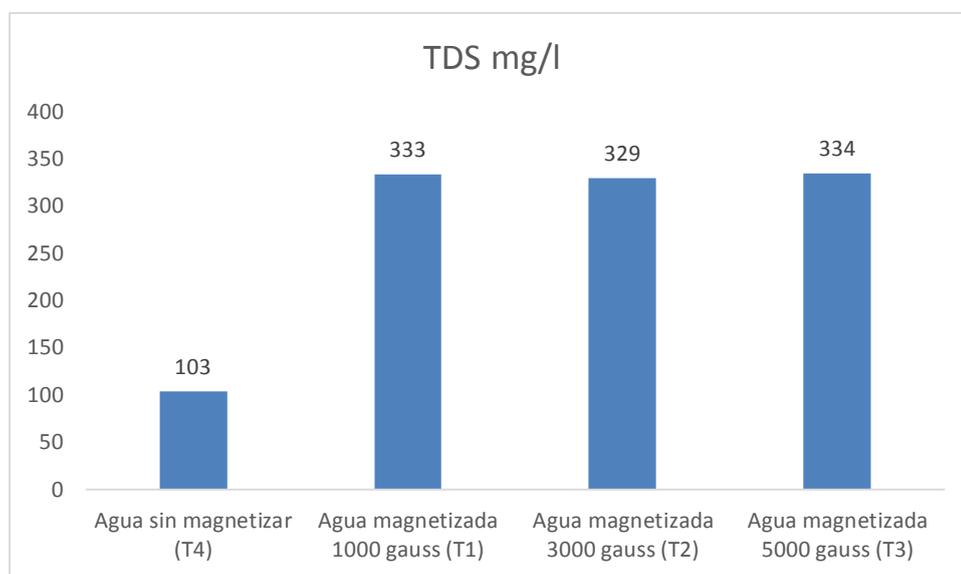
Elaborado por: Arias, D. 2022

En la **Figura 7** según Ministerio del Ecuador (2015) el grado de dureza predeterminado en Tulsma en la tabla número 4 tiene un rango regular de 0,7- 0,2. El Tratamiento T4 denominada testigo, agua sin someter a campos magnéticos tiene una conductividad eléctrica de 203, el Tratamiento T1 con un magnetismo de 1000 Gauss y una conductividad eléctrica sumativa de 656 de rango. El grado de conductividad eléctrica del Tratamiento T2 con una magnetización de 3000 Gauss se presentó 655 de conductividad eléctrica. El Tratamiento T3 con un campo magnético de 5000 Gauss y un grado de conductividad eléctrica de 670 de rango. El aumento de las conductividades eléctricas en los tratamientos 1, 2 y 3 es debido al tiempo que es agua se sometió al campo magnético (Chicaiza, 2020).

Esto difiere de algunos estudios donde encontraron que la conductividad eléctrica del agua magnetizada es mayor que la del agua normal e incrementa a medida se aumenta el tiempo de exposición al magneto (Pang et al., 2012) y (Pang & Shen, 2013).

El efecto observado en la conductividad eléctrica está determinado por los cambios y la interacción de las estructuras microscópicas de las moléculas del agua como las sales disueltas, distribución de electrones, polarización y estado de vibración de las moléculas con el campo magnético (Pang et al., 2012)

Figura 8: Niveles total de sólidos disueltos de agua tratada y sin tratar magnéticamente.

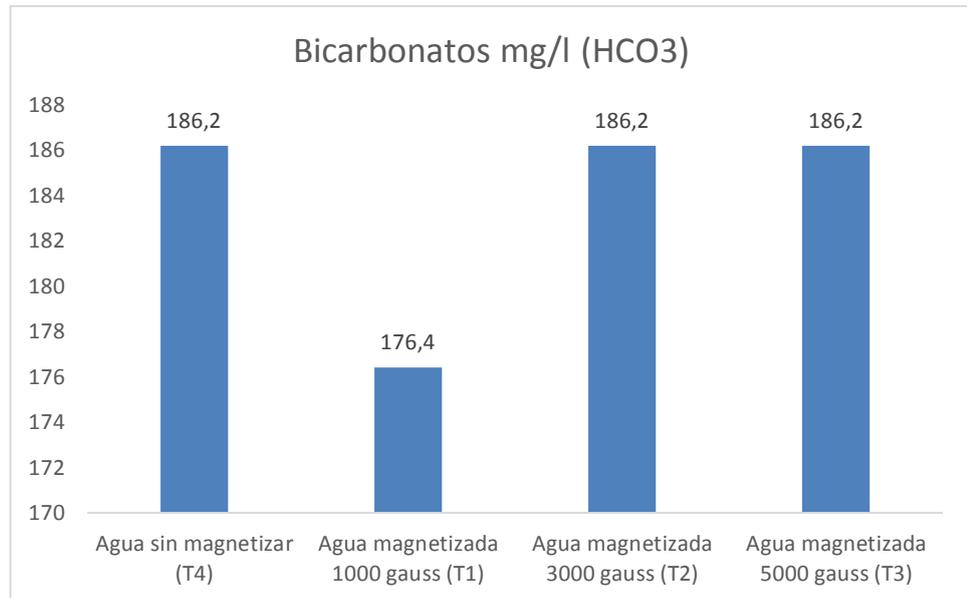


Elaborado por: Arias, D, 2022

En la **Figura 8** según Ministerio del Ecuador (2015) el grado de sólidos disueltos totales en Tulsma en la tabla número 4 tiene niveles de ninguno con 450, rango común de 450-2000 y un rango severo superior a 2000. Entonces de esta manera el tratamiento T4 presenta un campo magnético que tiene una concentración baja de 103 sólidos disueltos. Seguido el Tratamiento T1 con un campo magnético de 1000 Gauss, y una concentración baja de 333 de sólidos disueltos. El Tratamiento T2 con un campo magnético de 3000 Gauss con 329 de sólidos disueltos está en condiciones bajas por último se cuenta con el Tratamiento T3 con un campo magnético de 5000 Gauss tiene una concentración baja de 334 de sólidos disueltos totales.

Este parámetro de calidad del agua es importante tomar en consideración, ya que, a más contenido de sólidos disueltos totales, el agua tendrá una apariencia de turbiedad. En este sentido, los cuatro tratamientos realizados en la presente investigación poseen rangos mínimos en relación a mencionado parámetro, cumpliendo de esta manera, con la normativa vigente (Chicaiza, 2020).

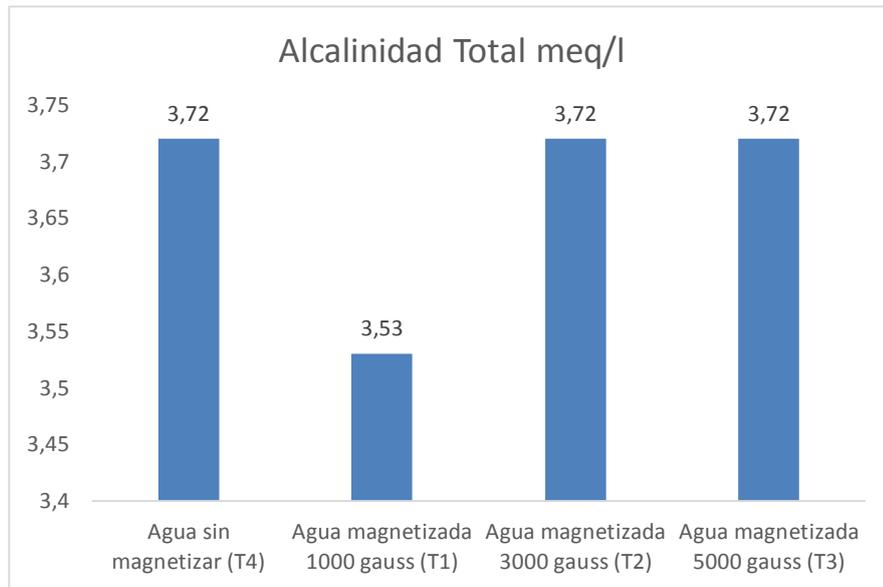
Figura 9: Niveles de bicarbonato en mg/l de agua al finalizar la investigación.



Elaborado por: Arias, D, 2022

En la **Figura 9** según lo menciona el Ministerio del Ecuador (2015), el grado de sólidos disueltos totales en el Tulsma indicado en la tabla número 12, posee niveles de ninguno con 1,5, rango regular de 1,5 - 8,5 y un rango severo superior a 8,5. El Tratamiento T4 sin ser sometidos a campos magnéticos presentó una concentración de 186,2 bicarbonatos (mg) dentro del rango regular. El tratamiento T1 con una magnitud de 1000 Gauss y una concentración de 176,4 bicarbonatos (mg) dentro del rango regular. Del mismo modo el Tratamiento T2 con una magnitud magnética de 3000 Gauss, y una concentración de 186,2 bicarbonatos (mg) dentro del rango común. El Tratamiento T3 con un campo magnético de 5000 Gauss tuvo una concentración de 186,2 bicarbonatos (mg) que se considera dentro del rango común.

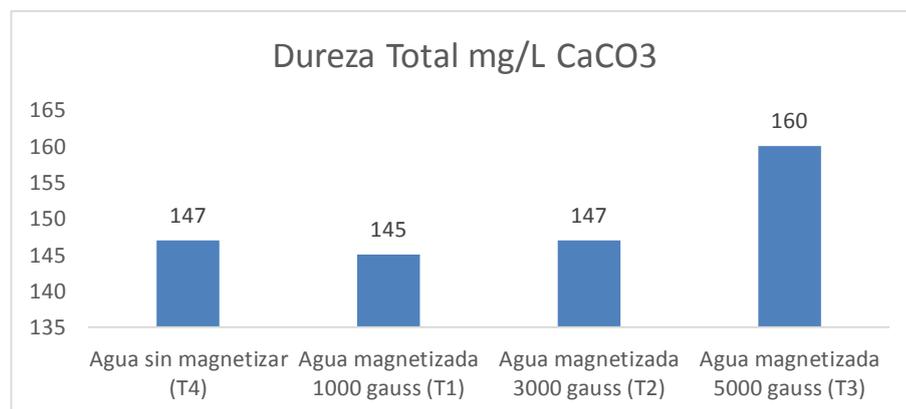
Figura 10: Niveles de alcalinidad de agua tratada y sin tratar magnéticamente



Elaborado por: Arias, D. 2022

En la **Figura 10**, la alcalinidad se mostró para tratamiento T4 sin campo magnético con una concentración de alcalinidad de 3,72, dentro del rango normal. El tratamiento T1 con una fuerza magnética de 1000 gauss y una concentración de alcalinidad de 3,53 está en el rango normal. De manera similar, el tratamiento con T2 a una fuerza magnética de 3000 gauss y una concentración de 3,72 está en el rango normal, al igual que la alcalinidad del tratamiento con T3 en un campo magnético de 5000 gauss es de 3,72 considera inmersa en el rango normal.

Figura 11: Niveles de dureza total de agua tratada y sin tratar magnéticamente.



Elaborado por: Arias, D, 2022

En **Figura 11**, según el nivel de dureza es blanda 0-100, media dura 101-200, dura 201-300 y dura por encima de 300. El tratamiento T4 sin someterlo a campos presento una concentración de dureza de 147 está dentro del rango de aguas medias duras. El tratamiento T1 con una intensidad magnética de 1000 y una concentración de dureza de 145, se consideró media dura.

Del mismo modo, el tratamiento T2 con una intensidad magnética de 3000 Gauss con una concentración de dureza de 147, se encuentra en el rango medias duras al igual que el tratamiento T3 con un campo magnético de 5000 tiene una concentración de dureza del agua de 160 media dura.

Acorde a los resultados realizados acerca de la dureza de las muestras de agua, se determina que las mismas van disminuyendo en relación al agua sin magnetizar que posee aguas duras y el agua magnetizada, en las cuales se identificaron aguas con dureza media. Este parámetro es importante ya que, con mayor cantidad de aguas duras, supone riesgo para los taponamientos de los sistemas de riego, además de provocar problemas en el cultivo (Chicaiza, 2020).

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

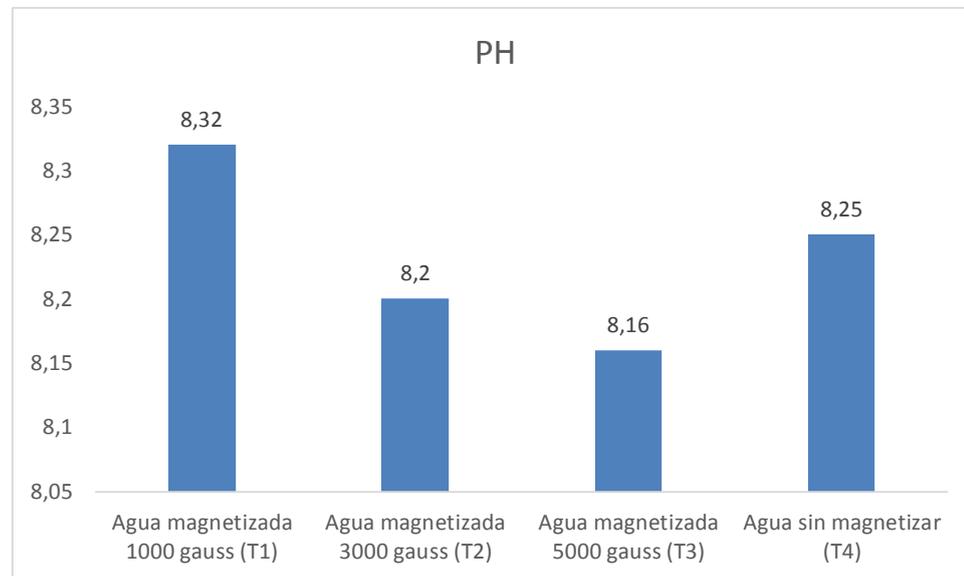
En la tabla número 17 se muestra existente alteración en los elementos analizados esto va variando conforme a los tratamientos empleados en la investigación, las variables que fueron analizadas son pH, P, K, Ca, Mg, B, relación Ca/Mg, relación Mg/K, relación (Ca + Mg)/K y CE se sugiere existente incremento y disminución de valores luego de ser regado con agua sin exponer a campos magnéticos y agua expuesta 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	T1	T2	T3	T4
PH	8,32	8,20	8,16	8,25
P (ppm)	21	42	31	25
K (meq/100g)	0,8	0,5	0,21	0,17
Ca (meq/100g)	8,3	7,9	7,7	7,84
Mg (meq/100g)	2,2	2,2	2,2	1,37
B (ppm)	2,3	1,9	2,5	1,7
Ca/Mg (meq/100g)	3,8	3,6	2,9	5,7
Mg/K (meq/100g)	2,8	4,1	4,3	4,9
(Ca+Mg)/K (meq/100g)	13,5	18,8	20,1	21,3
CE	0,41	0,33	0,39	0,312

Elaborado por: Arias, D. 2022

Figura 12: Niveles de pH de suelo con la aplicación de agua magnetizada, sin magnetizar al finalizar el ensayo.

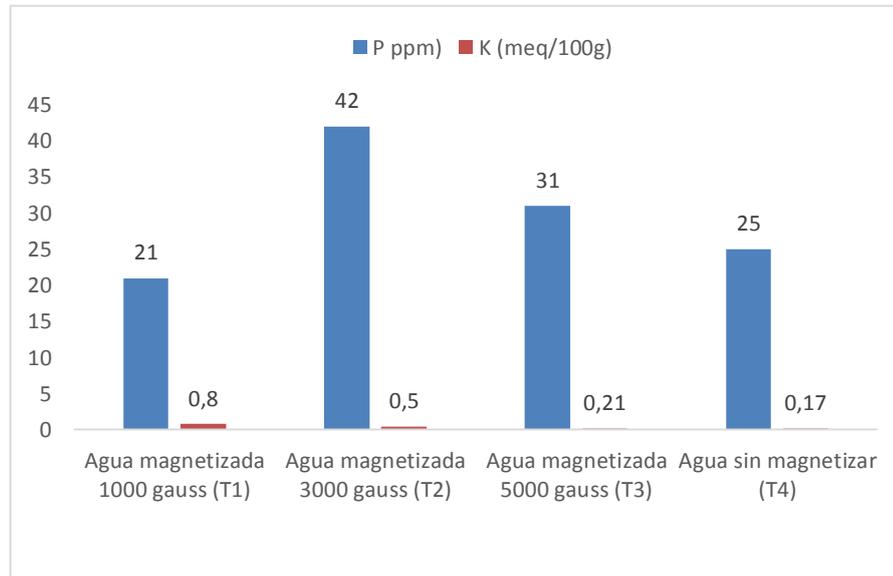


Elaborado por: Arias, D. 2022

En la **Figura 12** se puede observar claramente como el pH sigue totalmente alcalino en todos sus tratamientos se presentó un 8,32 de pH en el primer tratamiento T1 para el tratamiento T2 el pH baja representado de un 8,2 para el caso del tratamiento T3 siguió bajando en consideración al tratamiento T2 este a su vez presento un pH de 8,16 para el testigo T4 se presenta un pH de 8,25 que se considera como alcalino como resultado final del ensayo luego de ser sometido el suelo a los distintos niveles de gauss.

Por el contrario de Zúñiga et al., (2011) se concreta 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 13; Niveles de absorción de P, K con la aplicación de riego sometido a campos magnéticos, sin magnetización al finalizar el ensayo.

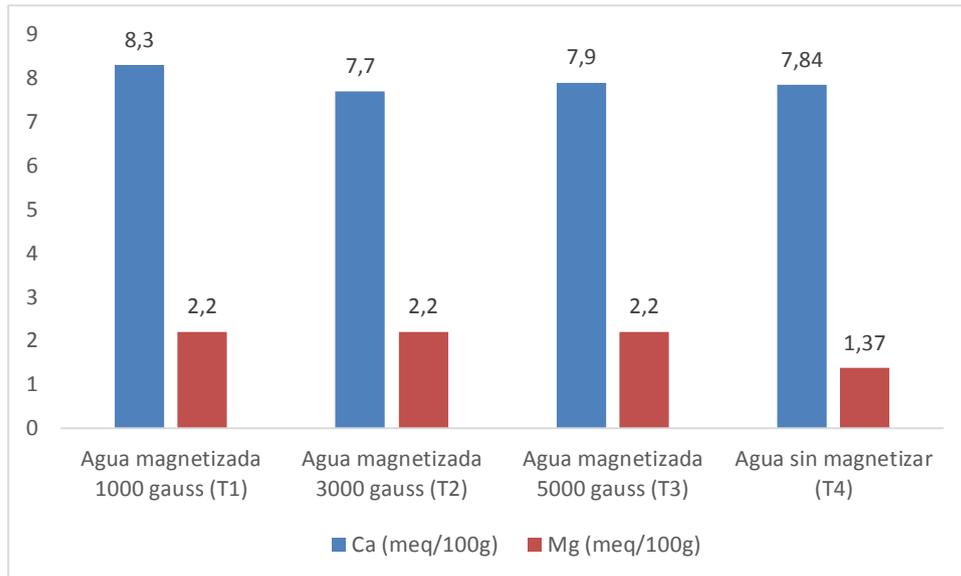


Elaborado por: Arias, D. 2022

En la **Figura 13** se muestra la aplicación del potasio y fósforo en el suelo final esto después de ser sometido a campos magnéticos y agua sin magnetizar se presentó 21 de fósforo en partes por millón y en cuanto al potasio un 0,8 meq/ 100g para el tratamiento T1 para el tratamiento T2 presento 42 de fosforo en partes por millón y un 0,5 meq/ 100g de potasio para el tratamiento T3 presento 31 de fosforo en partes por millón y un 0,21 meq/ 100g de potasio y finalmente el testigo al ser agua sin someter a ningún campo magnético presento los siguientes datos 25 de fosforo en partes por millón y un 0.17 meq/ 100g de potasio tomando en cuenta que son datos al concluir la investigación.

Se analizó el efecto del agua magnetizada en plátanos con dos niveles desemejantes de nitrógeno, potasio y fósforo, un positivo aumento en todos los parámetros del estudio en comparación con las plantas regadas con agua no tratada (Zuñiga, 2016). Determinando que, el agua tratada magnéticamente eleva los niveles de solubilidad del potasio y fósforo.

Figura 14: Niveles de absorción de calcio y magnesio luego de aplicar riego con magnetización, riego sin magnetización al finalizar el ensayo.



Elaborado por: Arias, D, 2022

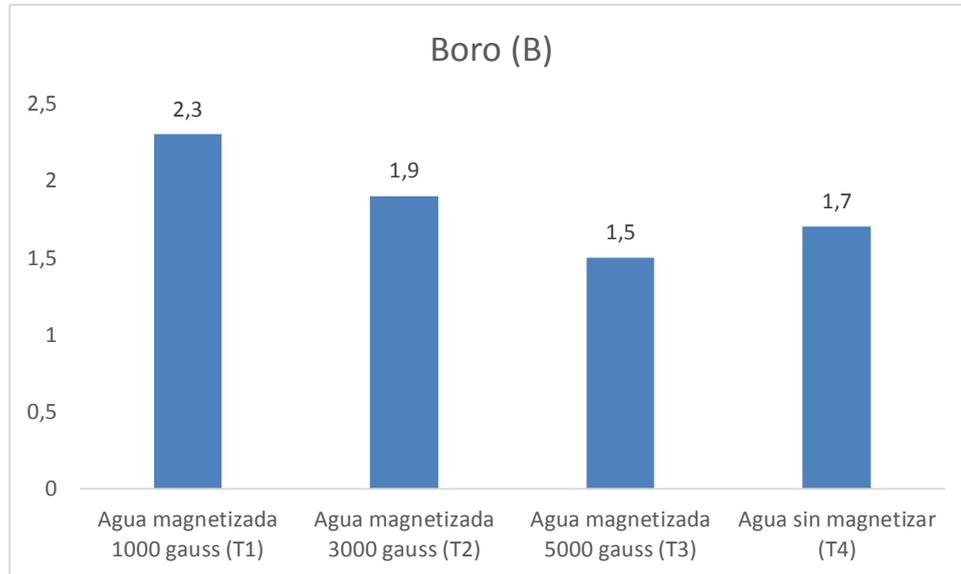
En la **Figura 14** el nivel de absorción del calcio y magnesio después de terminar la investigación fue aplicada agua de riego por magnetización un tratamiento sin magnetización, el suelo presentó los siguientes datos como porcentajes de 8,3 absorción de calcio (meq/100g) y 2,2 absorción de magnesio (meq/100g) en cuanto al tratamiento T1 los datos vario para el tratamiento T2 un porcentaje de 7,7 absorción de calcio (meq/100g) y 2,2 absorción de magnesio (meq/100g) para el tratamiento T3 un porcentaje de 7,9 absorción de calcio (meq/100g) y 2,2 absorción de magnesio (meq/100g) y finalmente resultados para el testigo T4 se visualizó los siguientes 7,84 absorción de calcio (meq/100g) y 1,37 absorción de magnesio (meq/100g) en el suelo final.

Valverde (1991) menciona que, el amaranto se establece por ser de veloz aumento y gracias a su contenido elevado de proteína en el grano y el rastrojo necesita de altas porciones de nitrógeno y de los otros macros y micronutrientes. Maheshwari (2009) concluyó que por medio de la magnetización del agua de riego terminó en un incremento en la absorción de N, contenidos K, Ca, miligramo.

Duarte & Sarmiento (2013) menciona que el agua tratada magnéticamente puede alzar los niveles de solubilidad de potasio, demostrando claros ejemplos en el color anaranjado la absorción subió hasta un 17.7%, en ajo el costo incremental es de 14.3% y en cebolla de 13.7%, por medio de la magnetización en la figura 12 se podrá observar la proporción de potasio considerable baja en contestación al procedimiento con agua común. Además, concurre una alta

solubilidad de sales y esto permite una mejor absorción y aprovechamiento de nutrientes traducido a mayor aumento y desarrollo de las plantas (Carbonell et al., 2003).

Figura 15: Nivel del boro análisis final



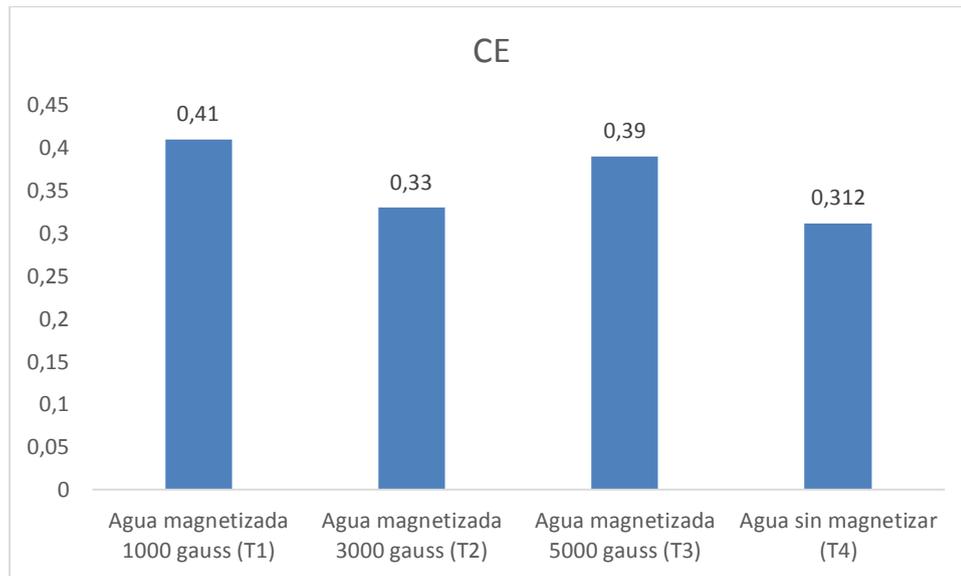
Elaborado por: Arias, D, 2022

En la **Figura 15** se muestra el nivel de boro que presento en el suelo después de culminar la investigación se observó claramente que tiene un promedio de 2,3 ppm en el tratamiento T1 para el tratamiento T2 se presentó un promedio de 1,9 ppm seguido de ello para el tratamiento T3 presento de la misma forma un promedio de 1,5 ppm de boro presente en el suelo finalmente el tratamiento T4 que corresponde al testigo presento un promedio de 1,7 ppm de boro de esta manera se puede decir el T1 fue el que mayor porcentaje de boro presento durante esta investigación.

Sin embargo, Antonio. (2016), los síntomas de toxicidad van desde un amarillamientos de los bordes de las hojas y extremidades que progresa con quemaduras entre los nervios laterales hacia la nervadura central y evoluciona con un oscurecimiento y posterior necrosis mg/l Boro 40 cayendo las hojas prematuramente. No obstante, en nuestra investigación se pudo observar algunos de los síntomas que el autor anteriormente citado nos manifestó.

En algunas regiones puede presentarse toxicidad por exceso de boro en aguas de riego, dependiendo esto de la sensibilidad del cultivo y la cantidad de elemento que lleve el agua. Eaton (18). Afirma que se ha presentado toxicidad con agua de irrigación en el Valle de San Joaquín en California, con un contenido de sólo 0,5 a 2.5 p.p.m. de boro.

Figura 16: Niveles de conductividad eléctrica luego de aplicar el riego con magnetización, sin magnetización.



Elaborado por: Arias, D. 2022

En la **Figura 16** se muestra la conductividad eléctrica del suelo luego del cierre de la investigación teniendo como resultados 0,41 para el tratamiento T1 0,33 para el tratamiento T2 0,39 para el tratamiento T3 y finalmente para el testigo T4 0,312 de conductividad eléctrica todo esto teniendo en cuenta que se ve claramente que el tratamiento T2 presento el más bajo nivel en cuanto a conductividad eléctrica y también el nivel ms alto presento el tratamiento T1 que corresponde al agua sometida a una intensidad de 3000 gauss.

Jaime (2008) en su averiguación al utilizar campos magnéticos (2190 Gauss) al suelo indicó la alteración de la densidad de la corriente inducida relacionadas con la conductividad eléctrica presentada con un elevado coeficiente de correlación de 0.983 y un comportamiento básicamente lineal, lo cual muestra lo correcto de usar la excitación magnética como medio para estimar la conductividad eléctrica aparente del suelo. Acotando que, la conductividad eléctrica tiene influencia en gran medida en los esfuerzos que realizan las raíces de las plantas para lograr absorber los nutrientes necesarios para su desarrollo.

16.3 ALTURA DE PLANTA

Tabla 15: Análisis de varianza, altura de planta por días de acuerdo al suministro del agua al ser sometidos a campos magnéticos

	DIA (70)				DIA (80)				DIA (90)				DIA (100)			
F.V.	SC	gl	p-valor	Sig												
TRATAMIENTO	38,67	3	0,0132	*	17,97	3	0,0286	*	22,94	3	0,0347	*	5,26	3	0,3165	N.S
REPETICION	239,3	3	0,071	N.S	277,2	3	<0,0001	**	236,6	3	<0,0001	**	199,97	3	<0,0001	**
Error	18,19	9			11,16	9			15,35	9			11,63	9		
Total	296,1	15			306,34	15			274,89	15			216,87	15		
CV%	6,76				4,94				5,21				4,26			
PROMEDIO	21,05				22,56				25,06				26,68			
	DIA (110)				DIA (120)				DIA (130)				DIA (140)			
F.V.	SC	gl	p-valor	Sig												
TRATAMIENTO	5,53	3	0,2192	N.S	10,47	3	0,1545	N.S	15,24	3	0,0326	*	16,88	3	0,0323	*
REPETICION	194	3	<0,0001	**	162,48	3	<0,0001	**	146,08	3	<0,0001	**	133,43	3	<0,0001	**
Error	9,27	9			14,11	9			9,95	9			9,2	9		
Total	208,8	15			187,06	15			171,28	15			159,51	15		
CV%	3,58				4,12				3,28				3,23			
PROMEDIO	28,35				30,37				32,06				33,11			

Elaborado por: Arias, D, 2022

El análisis de varianza **Tabla 18** indica que, en la altura de planta presentó significativas diferencias tanto en tratamientos como en repeticiones con un coeficiente de variación de 6,76% de altura de la planta y un promedio de 21,05 a los 70 días, en cuanto a los 80 días presentó diferencias significativas tanto en tratamientos como en repeticiones con coeficiente de variación de 4,94% y su respectivo promedio de 22,56% correspondientes al día 80, a los 90 días sigue con una diferencia significativa, un coeficiente de variación de 5,21% y un promedio de 26,06% en el día 100 no se presentando una diferencia significativa y su coeficiente de variación es de 4,26% y un promedio de 26,68 para el día 110 no presentó reveladoras diferencias en cuanto a tratamientos y existe diferencias significativas en cuanto a repeticiones todo eso con un coeficiente de variación de 3,58 y un promedio de 28,35 en el día 120 no presenta significancia en cuanto a tratamientos por lo que, al contrario existe significancia en cuanto a repeticiones con un coeficiente de variación de 4,12 y un promedio de 30,32 para el siguiente día 130 se observó que sí existe significación tanto en tratamientos como en repeticiones con un coeficiente de 3.28 y un promedio de 32,06 para la última fecha día 140 al igual se observó que existe diferencias significativas tanto en tratamientos como en repeticiones con un coeficiente de variación de 3,23 y un promedio de 33,11. Por esto se puede aceptar la hipótesis alternativa y rechazamos la nula.

Tabla 16: Prueba de Tukey al 5% de altura de planta.

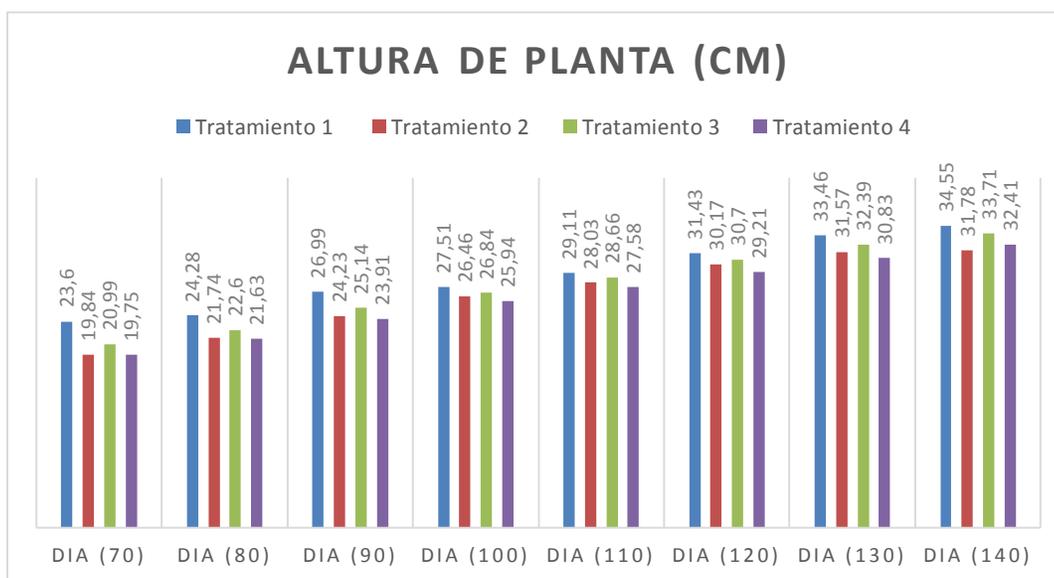
TRATAMIENTO	DIA 70		DIA 80		DIA 90		DIA 110	
	MEDIA	RANGO	MEDIA	RANGO	MEDIA	RANG O	MEDIA	RANGO
T1	23,6	A	24,28	A	26,99	A	29,11	A
T2	19,84	A B	21,74	A	24,23	A B	28,03	A
T3	20,99	B	22,6	B	25,14	A B	28,66	A
T4	19,75	B	21,63	B	23,91	B	27,58	A
PROMEDIO	21,05		22,56		25,06		28,35	

TRATAMIENTO	DIA 120		DIA 130		DIA 140	
	MEDIA	RANGO	MEDIA	RANGO	MEDIA	RANGO
T1	31,43	A	33,46	A	34,55	A
T2	30,17	A	31,57	A B	31,78	A B
T3	30,7	A	32,39	A B	33,71	A B
T4	29,21	A	30,84	B	32,41	B
PROMEDIO	30,37		32,06		33,11	

Elaborado por: Arias, D, 2022

La prueba Tukey al 5% para altura de planta presente en el **Tabla 19** demuestra claramente que a los 70 días se puede apreciar que el tratamiento uno presentó un rango de 23,6% seguido el día 80 se presentó un rango de 24,21% para el mismo tratamiento, para los días 90, 100, 110, 120, 130, 140 se presentó los siguientes rangos que van conforme al orden continuación 26,99; 27,51; 29,11; 31,43; 33,46; 34,55% no obstante se visualizó que los promedios están dentro del rango.

Figura 17: Graficas de porcentajes de altura de planta durante el suministro de agua magnetizada.

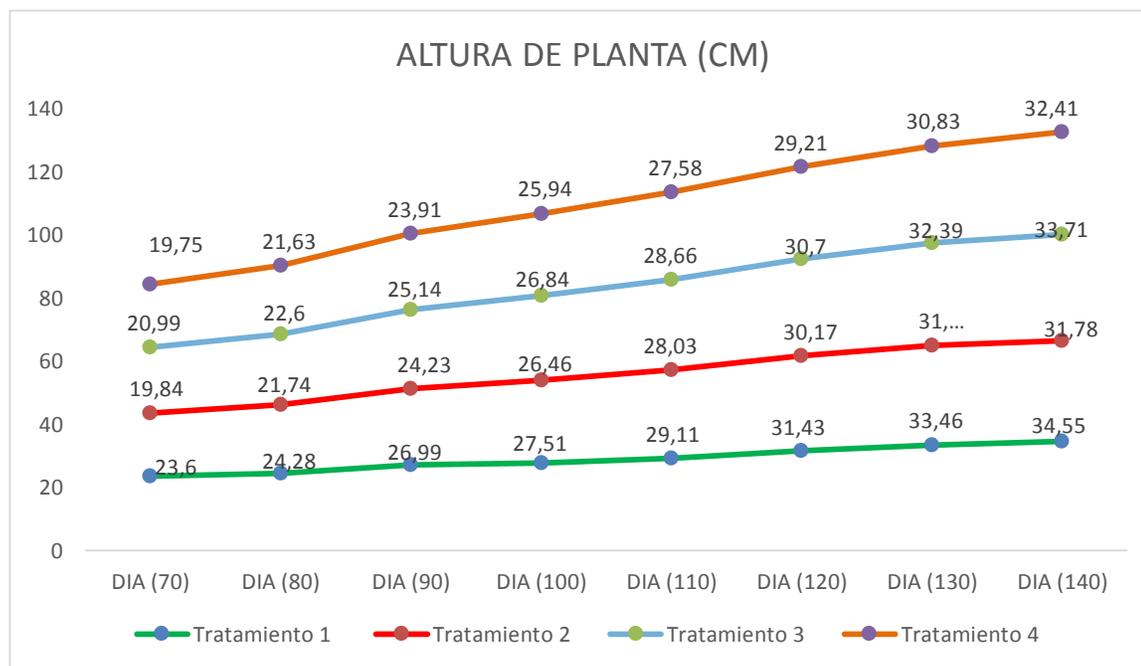


Elaborado por: Arias, D, 2022

En la **Figura 17** se muestra los promedios de altura de planta para los días 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140. Días con los siguientes promedios para el tratamiento T1 que corresponde a 1000 gaus: 23,6; 24,28; 26,99; 27,71; 29,11; 31,43; 33,46; 34,55 cm, para el tratamiento T2 con los siguientes promedios de alturas: 19,84; 21,74; 24,23; 26,46; 28,03; 30,17; 31; 57; 31; 78 cm, para el tratamiento T3 se presentan los siguientes promedios de altura: 20,99 22,6; 25,14; 26,84; 28,66; 30,7; 32,39; 33,71 cm. Para el tratamiento T4 que corresponde al testigo se presenta los siguientes promedios de altura: 19,75; 21,63; 23,91; 25,94; 27,58; 29,21; 30,83; 32,41 cm tomando en consideración que los datos se organizaron conforme a los días en orden, resultados finales tomados luego de la aplicación del agua con distintas magnitudes (Gauss).

En cuanto a la variación de las alturas de la planta, se determinó que, la planta con menor crecimiento corresponde al tratamiento dos. El incremento en altura en relación a los tratamientos es atribuido al incremento de la disponibilidad de nutrientes debido a la aplicación del agua magnetizada, pues, la asimilación de micro y macronutrientes aumenta en relación al agua comúnmente utilizada (Chicaiza, 2020).

Figura 18: Promedios de altura en curva de crecimiento para las plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka a los 70, 80, 90, 100, 110, 120,130 y 140 días al ser sometido a riego con magnetización.



Elaborado por: Arias, D, 2022

En la **Figura 18** se puede distinguir que todos los tratamientos tienen su mismo grado de crecimiento a comparación del tratamiento T2. Al final de la investigación se obtuvo el promedio más bajo en cuanto a los demás tratamientos a comparación del tratamiento 1 con el mejor resultado, en cuanto al crecimiento se obtuvo el tratamiento T3 que igual presenta un valor notable y finalmente se presentó al tratamiento T4 a pesar de no ser sometido a campos magnéticos presenta un crecimiento notable similar a los demás.

Según la exploración de los resultados, la alteración estadística en elevación de planta es la diligencia de agua magnetizada debido a la atribución del crecimiento de la disponibilidad de nutrientes que se encuentran disueltos para la planta, se analizó la aplicación de agua magnetizada en el cultivo de banano y se presentó diferencias en la asimilación tanto de macro como micronutrientes entre el agua tratada magnéticamente y el agua sin exponer a magnetización (Maheshwari & Grewal, 2009).

Al hacer el riego con agua tratada magnéticamente el aumento vegetativo de lino común su elevación de planta fue de un 6.01%, Amaya (2020) en incidencia de los campos magnéticos en plantas de lenteja logró obtener alturas de 25.2 centímetros con la aplicación de tratamientos magnéticos, a los 15 días luego de la siembra a comparación de la aplicación de agua sin procedimiento magnético demostró que hubo diferencias significativas (Maheshwari & Grewal, 2009), además se concluyó que el procedimiento de magnetización del agua de riego terminó.

Se exhibe un acrecentamiento significativo en cuanto a la altura de planta de *Vigna unguiculada*, partiendo del tratamiento de agua magnetizada con el 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 nutriente (Sadeghipour, 2016). Los estimuladores efectos del agua magnetizada en las variables de desarrollo, probablemente se le pueden imputar a la inducción del metabolismo celular y la mitosis (Hazayn, 2010) el crecimiento de fenol total, la auxina y biosíntesis de proteínas (Sadeghipour, 2016).

16.4 DIÁMETRO DE PANOJA (mm)

Tabla 17: Análisis de varianza, Diámetro de Panoja por días de acuerdo al suministro del agua al ser sometidos a campos magnéticos.

	DIA (70)				DIA (80)				DIA (90)				DIA (100)			
F.V.	SC	gl	p-valor	Sig												
TRATAMIENTO	16,15	3	0,0213	*	9,59	3	0,0082	*	9,8	3	0,0132	*	7,4	3	0,0383	*
REPETICION	6,58	3	0,1582	N.S	7,15	3	0,0195	*	8,49	3	0,02	*	8,76	3	0,0247	*
Error	8,99	9			3,85	9			4,62	9			5,15	9		
Total	31,71	15			20,59	15			22,9	15			21,3	15		
CV%	14,29				8,8				9,38				9,66			
PROMEDIO	6,9925				7,44				7,64				7,83			
	DIA (110)				DIA (120)				DIA (130)				DIA (140)			
F.V.	SC	gl	p-valor	Sig												
TRATAMIENTO	9,57	3	0,0141	*	9,89	3	0,0106	*	7,23	3	0,0428	*	10,08	3	0,0108	*
REPETICION	7,99	3	0,0234	*	7,68	3	0,022	*	13,35	3	0,0077	*	5,6	3	0,0523	N.S
Error	4,61	9			4,33	9			5,27	9			4,43	9		
Total	22,16	15			21,9	15			25,85	15			20,11	15		
CV%	8,93				8,42				9,45				8,14			
PROMEDIO	8,0				8,23				8,10				8,62			

Elaborado por: Arias, D, 2022

Para el análisis de varianza en cuanto diámetro la panoja al día 70 se presentó una significación en casi todos sus tratamientos y repeticiones teniendo una excepción en el mismo día 70 que en repetición no existió significación alguna el cual posee un promedio de coeficiente de variación 14.29% y un promedio de 6,99 a los 80 días de igual manera presentó significación y acompañado de un coeficiente de variación de 8,8 y un promedio de 7.44 en el día 90 al igual se presenta significación tanto en tratamiento como en repeticiones y un coeficiente de variación de 9,38 y un promedio de 7,64 el día 100 de igual manera representa significación en tratamientos y repeticiones con un coeficiente de variación de 9,66 y un promedio de 7,83 día 110 existe significación y su coeficiente de variación este ese 8,93 y un promedio de 8 siguiendo el día 20 se puede observar que igualmente hay significación tratamiento de peticiones si bien he visto por un juez Vicente de variación de 8,42 y un promedio de 8,23 día 130 existe significación tanto en tratamientos como en repeticiones se viene expresado por un coeficiente de variación de 945 y un promedio de 8,10 para él y finalmente el día 140 se viene expresado por un coeficiente de variación de 8,14 un promedio de 8,62 toman tomando en cuenta que son datos después de aplicarse la magnetización en el agua. De igual forma aquí podemos tener en claro que se cumple con la hipótesis alternativa así rechazando la nula.

Tabla 18: Prueba de Tukey al 5% de diámetro de panoja.

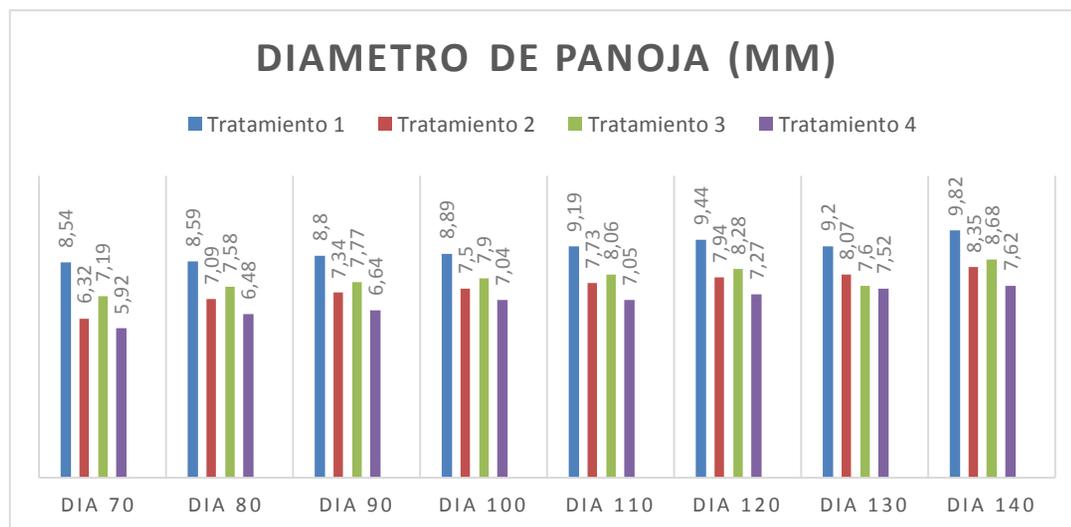
TRATAMIENTO	DIA 70		DIA 80		DIA 90		DIA 100		DIA 110	
	MEDIA	RANGO	MEDIA	RANGO	MEDIA	RANGO	MEDIA	RANGO	MEDIA	RANGO
T1	8,54	A	8,59	A	8,8	A	8,89	A	9,19	A
T2	6,32	B	7,09	B	7,34	A B	7,5	A B	7,73	A B
T3	7,19	A B	7,58	A B	7,77	A B	7,9	A B	8,06	A B
T4	5,92	B	6,48	B	6,64	B	7,04	B	7,05	B
PROMEDIO	6,99		7,435		7,63		7,83		8,0	

TRATAMIENTO	DIA 120		DIA 130		DIA 140	
	MEDIA	RANGO	MEDIA	RANGO	MEDIA	RANGO
T1	9,2	A	33,46	A	9,82	A
T2	8,07	A B	31,57	A B	8,35	A B
T3	7,6	A B	32,39	A B	8,68	A B
T4	7,52	B	30,84	B	7,62	B
PROMEDIO	8,09		32,06		8,6175	

Elaborado por: Arias, D. 2022

Claramente se observa en la **Tabla 21** las pruebas de Tukey al 5% correspondientes al diámetro de la panoja se consideró que el mejor rango obtuvo el tratamiento T1 que corresponde agua magnetiza con intensidad de 1000 guaus entonces de esta manera a los 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140 días con sus respectivos rangos de 8,54 8,59 8,8 8,89 9,19 9,44 9,2 9,82% la cual se expresó con un promedio de no mucha diferencia en cuanto a los demás rango presento dos rangos en todos sus tratamientos el A y B.

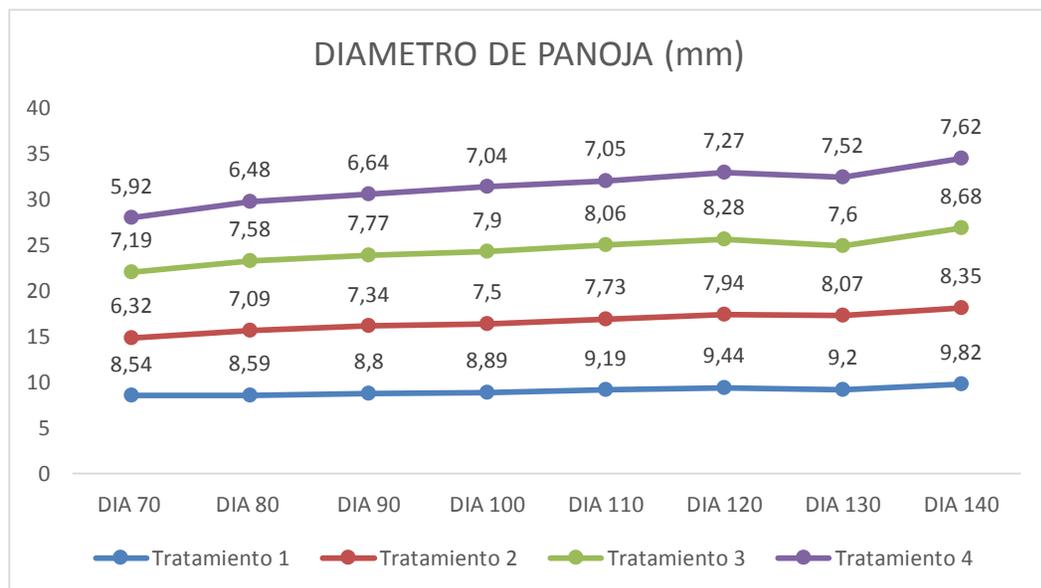
Figura 19: Porcentaje de diámetro de panoja (cm)



Elaborado por: Arias, D. 2022

Se muestra los promedios del diámetro de panoja de amaranto para los siguientes días 70, 80,90, 100, 110, 120, 130 y 140 para el tratamiento T1 tenemos los siguientes promedios 8,54; 8,59; 8,80; 8,89; 9,19; 9,44; 9,2; 9,82 mm conforme para el tratamiento T2 con un intensidad de 3000 gauss y un diámetro de 6,32 7,09 7,34 7,50; 7,73; 7,94; 8,07; 8,35 mm para el tratamiento T3 correspondiente a 5000 Gaus tiene un diámetro de 7,19; 7,58; 7,77; 7,9; 8,06; 8,28; 7,6; 8,68 mm para el tratamiento T4 que corresponde al testigo tenemos un diámetro de 5,92 6,68 6,64; 7,04; 7,05; 7,27; 7,52; 7,62mm resultados del agua después de aplicar magnetismo.

Figura 20: Curva de Promedios de diámetro de panoja de crecimiento en las plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka a los 70, 80, 90, 100, 110, 120,130 y 140 días después del continuar suministrando agua bajo riego magnético.



Elaborado por: Arias, D. 2022

En la **Figura 20** se puede se puede presentar la curva de crecimiento para el diámetro de panoja y se observa fijamente que el tratamiento 2 y 3 tienen un promedio final que no es muy notable en cuanto al Tratamiento T3 agua sometida a campo magnético de 5000 gauss va ganando con un promedio de 8,68 en cuanto al diámetro de la panoja el tratamiento T1 que corresponde a 1000 gauss se destaca el mejor promedio entre los demás y considerando finalmente al testigo tratamiento T4 agua sin someterse a campos magnéticos que está dentro de un promedio aceptable, pero sigue siendo el menor entre las intensidades de gauss.

Vibrans (2008) concluyeron que para incrementar la biomasa se requieren cambios metabólicos, en especial, con el crecimiento de la biosíntesis de proteínas. Asimismo, Qados & Mahmoud (2010)

indicaron que el impacto de estimulación del agua magnetizada sobre diversos criterios de incremento vegetal podría ser atribuido al aumento en los pigmentos fotosintéticos, los promotores endógenos, el fenol total y el incremento de la biosíntesis proteínica.

(González, 2016) Citado por (Tapia, 2021), indica que, en la aplicación de semilla y agua magnetizada de rábano exhibe que existió alteración reveladora en el diámetro de tallo de *Raphanus sativus* a 2.6 cm. Mientras que (Montenegro, 2018), declara que alcanzó un diámetro de tallo de 0.80 centímetros es menor a los datos arrojados por el mejor procedimiento magnético (0.88 cm). Por otro lado, Farías et al., (2020), alude que el tallo se va extendiendo como consecuencia de mejorar el trueque catiónico entre las plantas y el suelo, por medio de aplicación de alternativas ecológicas como la aplicación de agua magnetizada promoviendo una mejor disponibilidad y absorción de los nutrientes presentes

16.5 LONGITUD DE PANOJA (cm)

Tabla 19: Análisis de varianza, longitud de panoja de plantas de amaranto del agua al ser sometidos a campos magnéticos

	DIA (70)				DIA (80)				DIA (90)				DIA (100)			
F.V.	SC	gl	p-valor	Sig												
TRATAMIENTO	30,52	3	0,0324	*	26,75	3	0,0375	*	47,91	3	0,0069	*	20,07	3	0,0108	*
REPETICION	33,62	3	0,2251	N.S	11,78	3	0,8709	N.S	16,96	3	0,2208	N.S	8,73	3	0,09	N.S
Error	19,9	9			18,46	9			18,2	9			8,84	9		
Total	84,04	15			86,99	15			99,07	15			37,64	15		
CV%	7,99				7,64				7,53				4,9			
PROMEDIO	18,62				18,75				18,89				20,21			
	DIA (110)				DIA (120)				DIA (130)				DIA (140)			
F.V.	SC	gl	p-valor	Sig												
TRATAMIENTO	57,09	3	0,0062	*	49,03	3	0,0302	*	52,28	3	0,0261	*	37,38	3	0,078	N.S
REPETICION	15,35	3	0,1584	N.S	17,19	3	0,2446	N.S	15,64	3	0,2808	N.S	4,34	3	0,7776	N.S
Error	20,99	9			31,12	9			31,36	9			35,34	9		
Total	93,42	15			97,34	15			99,28	15			77,06	15		
CV%	7,5				8,73				8,7				9,37			
PROMEDIO	20,35				21,3				21,46				21,15			

Elaborado por: Arias, D. 2022

Para el análisis longitud de panoja en la mayoría de sus tratamientos se presentó significación en el día 70 con un coeficiente de variación de 7,99 y un promedio de 18,62 en cuanto al día 80 se presentó significación tanto en tratamientos con un coeficiente de variación de 7,64 y un promedio de 18,75 en el día 90. De igual forma se presentó significación en tratamientos con su coeficiente de variación de 7, 53 y un promedio de 18,89 para el día 100 en los tratamientos existe significación, pero en repeticiones no, por esto, se presenta significación con coeficiente de variación de 4,9 y un promedio de 20,21 para el día 110. De igual forma existe significación en tratamientos y no existió significación en repeticiones se presentó un coeficiente de variación de 7,5 y un promedio de 20,35 para el día 120 si existe significación en tratamientos, en repeticiones no hay significación se presenta un coeficiente de variación de 8,73 y su respectivo promedio de 21,3 el día 130 sigue habiendo significación, en repeticiones un coeficiente de variación de 8,7 y un promedio de 21,46 finalmente para el día 140 no representa significación alguna tanto en tratamientos como en repeticiones expresados por un coeficiente de variación de 9,37 y un promedio 21,15 todos estos datos considerados después de ser sometidos al agua con campos de magnéticos. De esta manera se puede notar que efectivamente la aplicación de agua magnetizada arrojó resultados positivos para el amaranto.

Tabla 20: Prueba de Tukey al 5% de longitud de panoja.

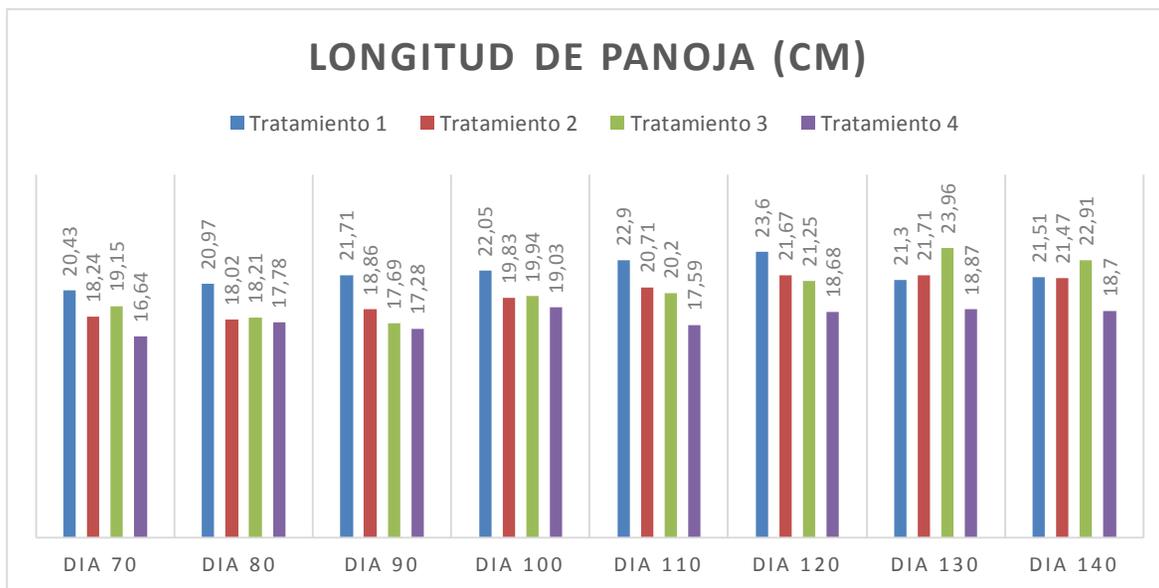
TRATAMIENTO	DIA 70		DIA 80		DIA 90		DIA 100		DIA 110	
	MEDIA	RANG O	MEDIA	RANGO	MEDIA	RANGO	MEDIA	RANGO	MEDIA	RANGO
T1	20,43	A	20,97	A	21,71	A	22,05	A	22,9	A
T2	18,24	A B	18,02	A B	18,86	A B	19,83	A B	20,71	A B
T3	19,15	A B	18,21	A B	17,69	B	19,94	B	20,2	A B
T4	16,64	B	17,78	B	17,28	B	19,03	B	17,59	B
PROMEDIO	18,62		18,75		18,89		20,21		20,35	

TRATAMIENTO	DIA 120		DIA 130		DIA 140	
	MEDIA	RANGO	MEDIA	RANGO	MEDIA	RANGO
T1	23,6	A	21,3	A	18,7	A
T2	21,67	A B	21,71	A B	21,1475	A
T3	21,25	A B	23,96	A B	18,7	A
T4	18,68	B	18,87	B	21,1475	A
PROMEDIO	21,3		21,46		18,7	

Elaborado por: Arias, D, 2022

La prueba Tukey al 5% para longitud de panoja referente a la **Tabla 23**, se observa que el rango de mayor relevancia fue el tratamiento uno el cual se presentó en los días 70, 80, 90, 100, 110, 120. Con sus respectivos rangos 20,43 20,97 21,71 22,05 22,9 23,6% quedando atrás y ganando en los otros días el tratamiento 3 con un rango de 23,96 y 22,91% correspondientes a los días 130 y 140.

Figura 21: Graficas de porcentaje, numero de hojas el suministro de agua magnetizada

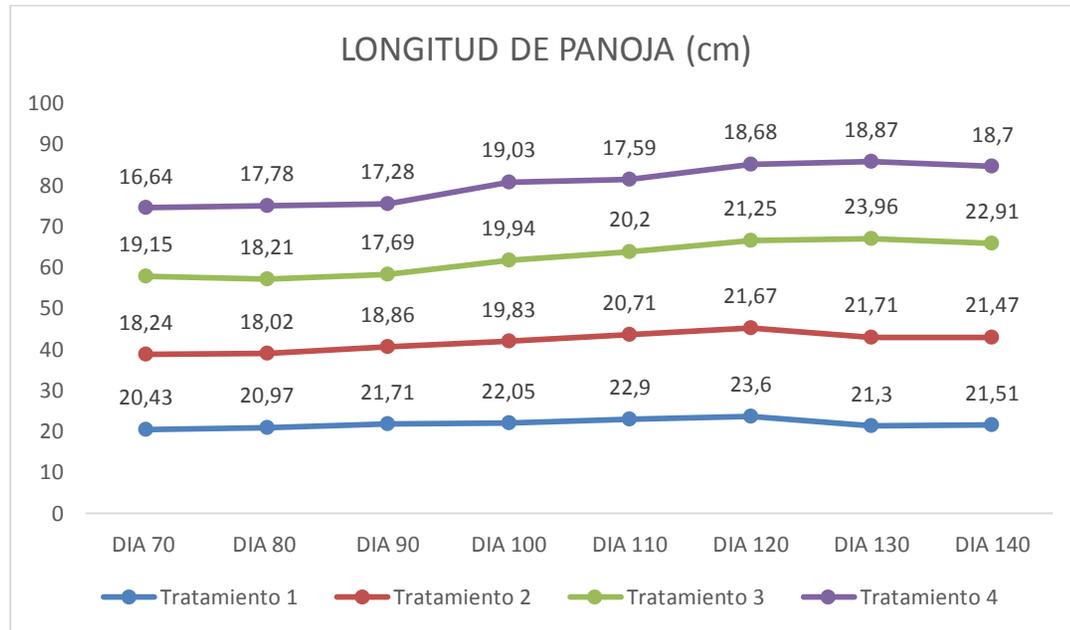


Elaborado por: Arias, D, 2022

En la **Figura 21** se puede observar la longitud de la panoja en Tratamiento T1 y T3 con 20,43; 19,15 con una significación en cuanto al Tratamiento T2 y T4 con promedio de 18,24; 16,64

evidenciando el de menor porcentaje y longitud de panoja obtenido en el día 70; mientras tanto para el día 80 el tratamiento T1 presenta un porcentaje de 20,97% de significación, los tratamientos T2 y T3 presentan un porcentaje de 18,02 y 18,21% de significancia, mientras tanto el tratamiento T4 que corresponde al testigo presenta un promedio de 17,78% de significancia. En el día 90, el tratamiento T1 presenta un porcentaje de 21,71% de significación, el tratamiento T2 presenta un porcentaje de 18,86% de significancia, el tratamiento T3 y T4 presenta un promedio de 17,69; 17,69% de significancia. En el día 100, el tratamiento T1 presenta un porcentaje de 22,05% de significación, los tratamientos T2 y T3 presentan un porcentaje de 19,94; 19,83% de significancia, el tratamiento T4 presenta un promedio de 19,03% de significancia. En el día 110, el tratamiento T1 presenta un porcentaje de 22,9% de significación, los tratamientos T2 y T3 presentan un porcentaje de 20,71; 20,2% de significancia, el tratamiento T4 presenta un promedio de 17,59% de significancia. En el día 120, el tratamiento T1 presenta un porcentaje de 23,6% de significación, los tratamientos T2 y T3 presentan un porcentaje de 21,67 y 21,25% de significancia, el tratamiento T4 presenta un promedio de 18,68% de significancia. En el día 130, el tratamiento T3 presenta un porcentaje de 23,96% de significación, los tratamientos T1 y T2 presentan un porcentaje de 21,71 y 21,3% de significancia, el tratamiento T4 presenta un promedio de 18,87% de significancia. En el día 140, el tratamiento T3 presenta un porcentaje de 22,91% de significación, los tratamientos T2 y T3 presentan un porcentaje de 21,51 y 21,47% de significancia, el tratamiento T4 presenta un promedio de 18,7% de significancia.

Figura 22: Promedios de volumen de raíz en la curva de crecimiento en las plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka a los 70, 80, 90, 100, 120, 130, 140 días.



Elaborado por: Arias, D, 2022

En la **Figura 22** se puede observar una curva de crecimiento referente a longitud de Panoja de la plantas de amaranto la cual está dividida en los siguientes días 70, 80, 90, 100, 120, 130, 140 datos de acuerdo a los tratamientos se pudo observar que el tratamiento T3 con una intensidad magnética de 5000 gauss es el que mayor longitud de panoja se obtuvo durante la investigación con un promedio a los 140 días de 22,91, el cual marca diferencia entre los demás tratamientos y como el de menos aceptación, porcentaje obtuvo es el tratamientos 4 que es agua sin someter intensidad magnética alguna la cual tuvo un porcentaje final de 18,7 %.

Resultan muy vistosas y se muestran a partir de erectas hasta decumbentes y referente a colores con la posibilidad de observarse amarillas, naranjas, café, amarillentas, rojas, rosadas, o púrpura (Cabrera, 1989). El amaranto muestra flores unisexuales pequeñas, estando las estaminadas en el ápice del glomérulo y las pistiladas completan el glomérulo, el androceo se conforma por 5 estambres de coloración morada que soportan a las anteras por un punto próximo a la base, el gineceo muestra ovario esférico, súpero coronado por 3 estigmas filiformes y pilosos, que alberga a una sola semilla. El glomérulo es una ramificación dicasial cuya primera flor es terminal y

continuamente varonil, en cuya base nacen 2 flores laterales femeninas, todas las cuales origina otras 2 flores laterales femeninas y de esta forma continuamente (del Rosal, 2003).

16.6 VOLUMEN DE RAÍZ

Tabla 21: Análisis de varianza, volumen de raíz por días de acuerdo con el suministro del agua al ser sometidos a campos magnéticos.

	DIA (80)				DIA (100)				DIA (120)				DIA (140)			
F.V.	SC	gl	p-valor	Sig	SC	Gl	p-valor	Sig	SC	Gl	p-valor	Sig	SC	gl	p-valor	Sig
TRATAMIENTO	281,25	3	0,0008	*	762,5	3	0,0005	*	954,69	3	0,0002	*	1242,19	3	0,0077	*
REPETICION	56,25	3	0,0877	N.S	50	3	0,4016	N.S	4,69	3	0,9573	N.S	117,19	3	0,5654	N.S
Error	56,25	9			137,5	9			139,06	9			489,06	9		
Total	393,75	15			950	15			1098,44	15			1848,44	15		
CV%	11,43				14,21				12,21				19,5			
PROMEDIO	21,88				27,5				32,18				37,81			

Elaborado por: Arias, D, 2022

Para el análisis de volumen de raíz para los días 80, 100, 120 y 140 posteriormente presentado a continuación en el día 80 es significativa en tratamientos mas no en repetición con un coeficiente de variación de 11,43 y un promedio de 21,88 para el día 100 los tratamientos y repeticiones presentan significación con promedio de 27,5 y un coeficiente de variación de 14,21 para el día 120.

De igual forma existe significación para los tratamientos y repeticiones con un coeficiente de variación de 12,21 y un promedio de 32,18 para la fecha final día 140. De igual forma presenta significación en tratamientos con un coeficiente de variación del 19,5 y un promedio sí 37,81 estos datos tomando en cuenta después de haber sometido el agua magnetización.

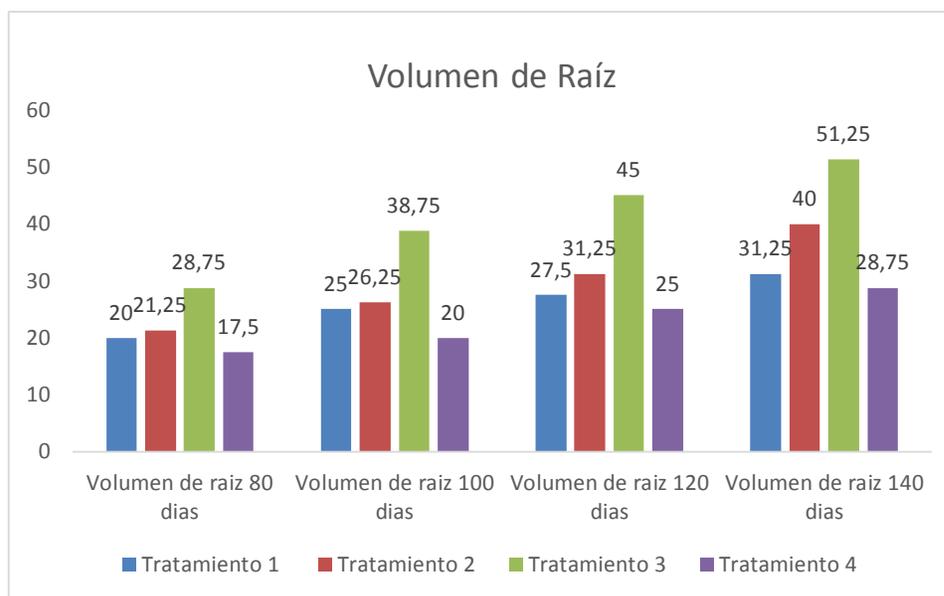
Tabla 22: Prueba de Tukey al 5% para volumen de raíz

TRATAMIENTO	DIA 80		DIA 100		DIA 120		DIA 140	
	MEDIA	RANGO	MEDIA	RANGO	MEDIA	RANGO	MEDIA	RANGO
T1	20	A	25	A	27,5	A	31,25	A
T2	21,25	A	26,25	A	31,25	A	40	A
T3	28,75	A	38,75	A	45	A	51,25	A B
T4	17,5	B	20	B	25	B	28,75	B
PROMEDIO	21,88		25,5		32,18		37,81	

Elaborado por: Arias, D, 2022

La prueba Tukey al 5% para el contenido de clorofila se observó que existe diferencias entre tratamientos en la en los diferentes días se mostró hasta tres rangos de significancia para los tratamientos, indicando un promedio para el día 80 de 28,75 cm y acompañó un rango a lo mismo paso para los días 100, 120, 140 con un promedio de 38,75 45 51,25 siendo el rango A que se presentó en los días 100,120 pero en el día 140 se logró presentar dos rangos A y B.

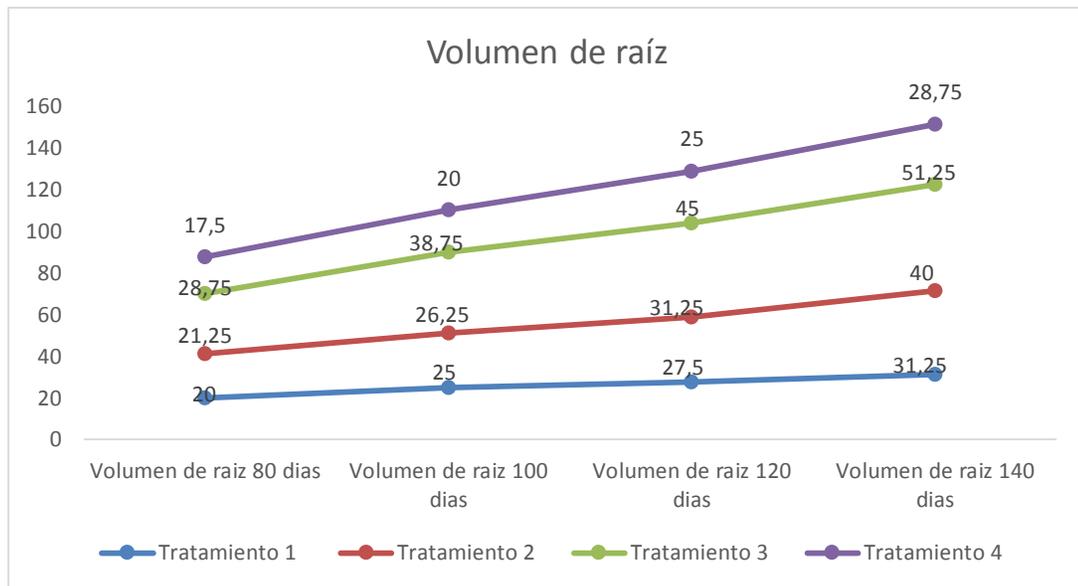
Figura 23: Promedios volumen de raíz de plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka a los 80, 100, 120 y 140 días después del trasplante bajo riego con magnetización.



Elaborado por: Arias, D, 2022

En la **Figura 23** se exhibe el promedio del volumen de raíz de las plantas de amaranto para los días 80, 100, 120 y 140 en el tratamiento uno con un promedio de 20, 25, 27,5, 31,25; cm^3 para el tratamiento 2 un promedio de 21,25; 26,25; 31,25; 40 cm^3 para él tratamiento T3 un promedio de 28,75; 38,75; 45; 51,25 cm^3 para el tratamiento cuatro que corresponde el testigo un promedio de 17,5; 20; 25; y 28,75 cm^3 resultados después de aplicarse agua con magnetización.

Figura 24: Promedios de volumen de raíz en la curva de crecimiento en las plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka a los 80, 100, 120 y 140 días después del trasplante bajo riego con magnetización.



Elaborado por: Arias, D, 2022

En la **Figura 24** se puede observar el volumen de raíz el cual se expresa desde los 80 días hasta los 140 días tomando nota que son cada 20 días el inicio del tratamiento T3 que corresponde a la intensidad de 5000 gauss con un promedio de 51,25 seguido a ello, el tratamiento T2 que corresponde a 3000 gauss con promedio de 40, el tratamiento T1 que presenta un promedio de 31,25 y finalmente se viene dado del promedio más bajo que presenta en los tratamientos es el T4 que corresponde al testigo agua normal sin ser expuesta a magnetización alguna.

El sistema extremista crece más aplicando el riego con agua tratada magnetizada que con agua usual, siendo el fundamento de diversas investigaciones en especies que presentan un aspecto importante, puesto que logra en algunas situaciones hasta el doble de longitud. (Insua, 2009)

El crecimiento de la variable longitud de la raíz con tratamientos magnéticos respecto al agua común similar a los resultados conseguidos por otros estudiosos como (A, E. S. S., & Smith, D, 2020) que sugiere que, con el magnetismo el sistema radicular se lleva a cabo más que con el procedimiento con agua común.

Limonta (2011), plantea que en indagaciones llevadas a cabo con el magnetismo las raíces de las plantas presentaron mayor proporción de pelos absorbentes, este efecto tiene trascendencia debido a que es desde el área de los pelos radicales el lugar de absorción máxima de nutrientes por las raíces. Alvarado (2012) muestra un aumento importante en el incremento 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.

16.7 CONTENIDO DE CLOROFILA (cci)

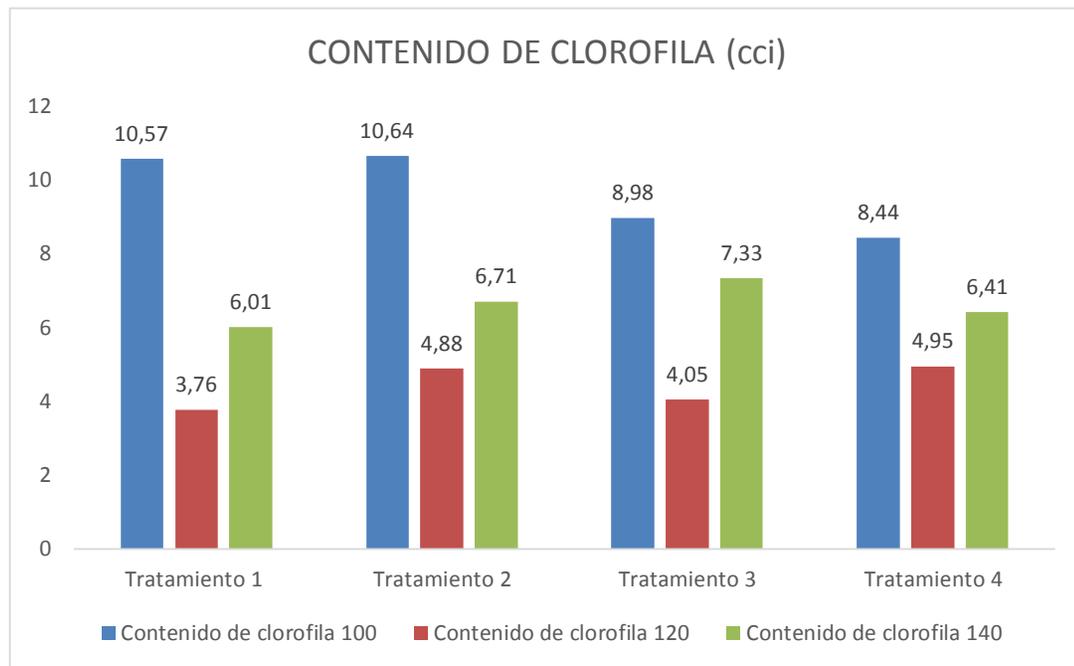
Tabla 23: Análisis de varianza para el índice de concentración de clorofila a los 100, 120 y 140 días después de aplicar riego con magnetización.

	DIA (100)				DIA (120)				DIA (140)			
F.V.	SC	gl	p-valor	Sig	SC	gl	p-valor	Sig	SC	gl	p-valor	Sig
TRATAMIENTO	14,95	3	0,1048	N.S	4,24	3	0,1216	N.S	3,73	3	0,3765	N.S
REPETICION	10,77	3	0,1876	N.S	2,05	3	0,3544	N.S	3,87	3	0,362	N.S
Error	16,32	9			5,01	9			9,62	9		
Total	42,04	15			11,3	15			17,21	15		
CV%	13,95				16,92				15,64			
PROMEDIO	9,66				4,41				6,62			

Elaborado por: Arias, D, 2022

Para el análisis el contenido de clorofila para los siguientes días como son 100, 120, 140 después de haber aplicado riego con magnetización para el día 100 observamos que no presenta significación tanto en tratamientos como en repeticiones expresado con un coeficiente de variación de 13,95 y su promedio de 9,66 para el día 120. De igual forma no se presenta significación tanto en tratamientos como en repeticiones con un coeficiente de variación de 16,92 y un promedio de 4,41 finalmente en el día 140 podemos observar que de igual forma no presenta significaciones en cuanto a tratamientos y repeticiones con un coeficiente de variación de 15,64 y un promedio de 6,62.

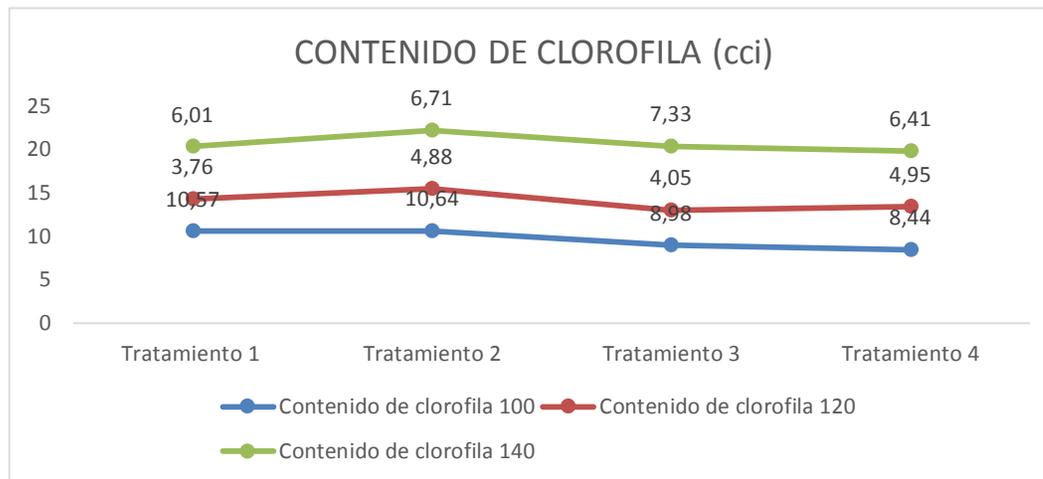
Figura 25: Promedios de contenido de clorofila de plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka a los 20, 40, y 60 días después del trasplante bajo riego con magnetización



Elaborado por: Arias, D, 2022

Se muestra el contenido de clorofila para el día 100 el tratamiento T2 con promedio de 10,64 (CCI) el tratamiento T1 con 10,57 (CCI), el tratamiento T3 con 8,98 (CCI), el tratamiento T4 con 8,44 (CCI) todo esto un promedio de 9,66 (CCI), para el día 120 el tratamiento T4 presenta un 4,95 (CCI) mientras que el tratamiento T2 con 4,88 (CCI), para el tratamiento uno con T3 promedio de 4,05 (CCI), para el tratamiento T1 un promedio de 3,76 (CCI) y todo esto con un promedio general de 4,41 y finalmente para el día 140 iniciamos con un promedio de 6,73 (CCI) correspondientes al tratamiento T3 para el tratamiento T2 se tiene un promedio de 6,71(CCI), para el tratamiento T4 presenta un promedio de 6,41 (CCI) se finaliza con un promedio de 6,01 (CCI) que corresponde al tratamiento T1 y todo con un promedio general de 6,62 (CCI) considerando que todos valores en el rango A son datos tomados después de la aplicación de agua magnetizada.

Figura 26: Promedios de contenido de clorofila en las plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka a los 100, 120, 140 días después del trasplante bajo riego con magnetización.



Elaborado por: Arias, D, 2022

Para las curvas de contenido de clorofila es expresada en CCI, se puede observar claramente como el tratamiento uno tiene un promedio de 8,44 mientras que el contenido de clorofila a los 120 días fue afectado reduciendo drásticamente su promedio, el cual se expresa de un 4,95 mientras que para el día 120 este promedio sube, pero no notoriamente a un promedio de 6,41 considerando qué, es un promedio para los cuatro tratamientos.

Los campos magnéticos engrandecen la energía que está contenida en los cloroplastos debido a que poseen sus características paramagnéticas. Esto hace que los átomos de los cloroplastos se distribuyan hacia la trayectoria del campo magnético externo lo cual consiguientemente aligera el metabolismo (Ragab, 2011).

Para Cakmak et al., (2010) el riego de un cultivo común con agua magnetizada aumenta los pigmentos fotosintéticos (carotenoides, clorofila a y b), la actividad y la eficiencia en la translocación de los foto-asimilados. Los contenidos de clorofila poseen una trascendencia elemental en la productividad de las plantas, bajos contenidos de clorofila, menores que 2 miligramos dm por área de hoja, ocasionan una insuficiente absorción de luz solar y, por ende, baja productividad vegetal. Alrededor de 3 miligramos de clorofila por dm² por área de hoja garantiza el óptimo (95-97%) consumo de luz de sol absorbido por las plantas (Rochalska & Orzeszko, 2005).

16.8 PESO DE PANOJA (g)

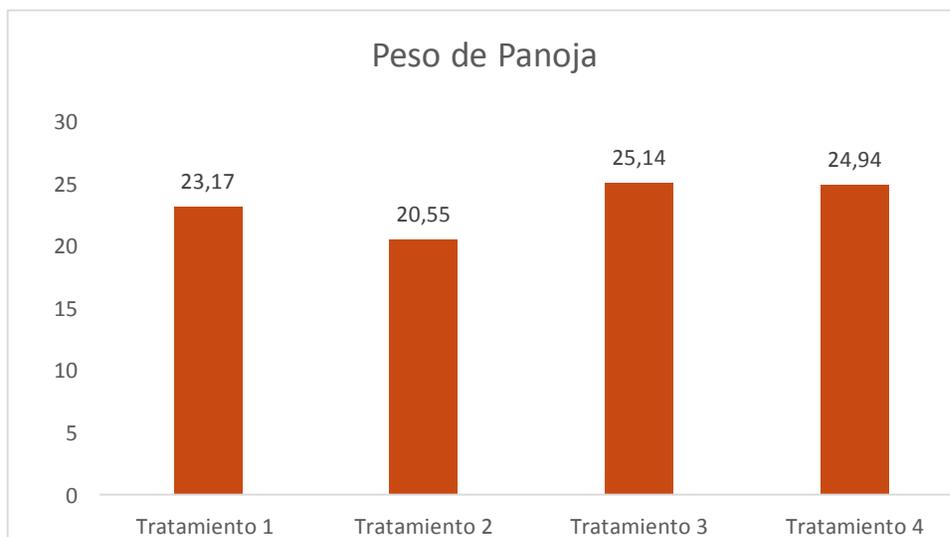
Tabla 24 Análisis de varianza para el índice peso de panoja en etapa de cosecha después del proceso de aplicar riego con magnetización.

F.V.	SC	GL	P-valor	SIG
TRATAMIENTO	54,41	3	0,6027	N.S
REPETICION	363,07	3	0,0677	N.S
Error	251,22	9		
Total	668,71	15		
CV%	22,53			
PROMEDIO	23,45			

Elaborado por: Arias, D, 2022

Para el análisis de peso de panoja después de realizar el proceso de cosecha se obtuvo los siguientes resultados: No presenta significación en tratamientos, con un coeficiente de variación de 22,53 y un promedio de 23,45 estos datos son después de terminar el proceso de cosecha regados bajo magnetización.

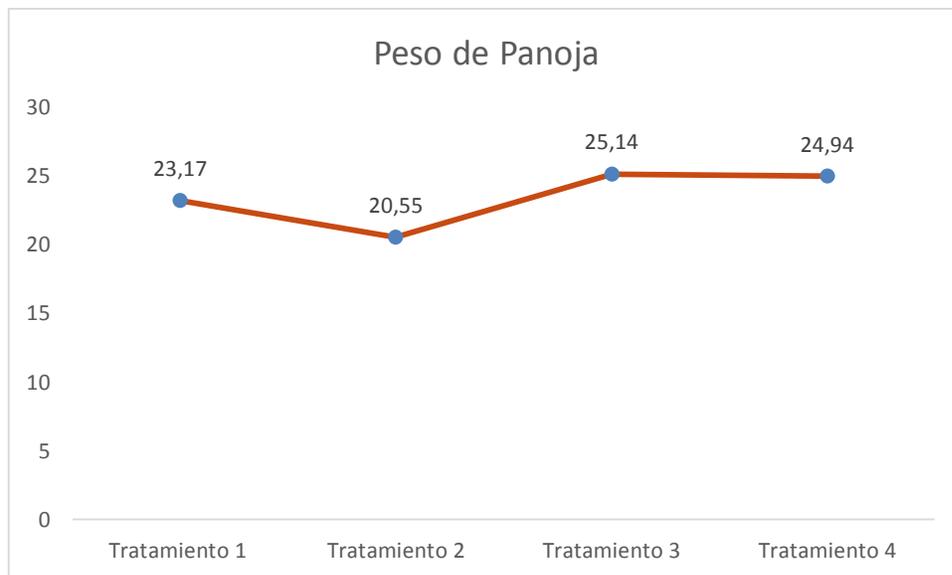
Figura 27: Promedios de peso de panoja seca después de la cosecha de planta de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka.



Elaborado por: Arias, D, 2022

Se muestra el promedio del peso de la panoja después de la cosecha de plantas de amaranto cómo se distingue la imagen anterior el tratamiento T1 presenta un promedio de 23,17 para el tratamiento T2 un promedio de 20,55 en cuanto al tratamiento T3 un promedio de 25,14 y finalmente el tratamiento T4 corresponde al testigo con un promedio de 24,94 entonces finalmente se puede decir que el tratamiento T3 es el que mayor promedio presentó en cuanto al peso de la panoja seca y el más bajo promedio es el tratamiento T2 que corresponde a 3000 gauss todo esto después de haberse aplicado agua por magnetización.

Figura 28: Promedios de curva para peso de panoja seca después de la cosecha en la plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka.



Elaborado por: Arias, D, 2022

En la **Figura 28** en la figura curvas promedio de peso de la panoja después de la cosecha en la planta de amaranto se puede observar fijamente que el que mejor promedio obtuvo fue el tratamiento T3 con un promedio que se destaca de 25,14 él mismo que fue con una intensidad de 5000 gauss y el que menor peso presentó es el tratamiento T2 correspondiente a 3000 gauss con el promedio más bajo de 20,55.

Una panícula (panoja) por tener un eje primordial más desarrollado salen los ejes secundarios (Tapia, 2021). Esta además podría ser tipo amarantiforme y relacionada de manera directa al tamaño del grano. Hay flores hermafroditas y femeninas en una sola inflorescencia. La polinización es cruzada por lo cual la quinua es autógama para su fecundación. (Grandes, 2015).

16.9 PESO DE GRANO SECO (g)

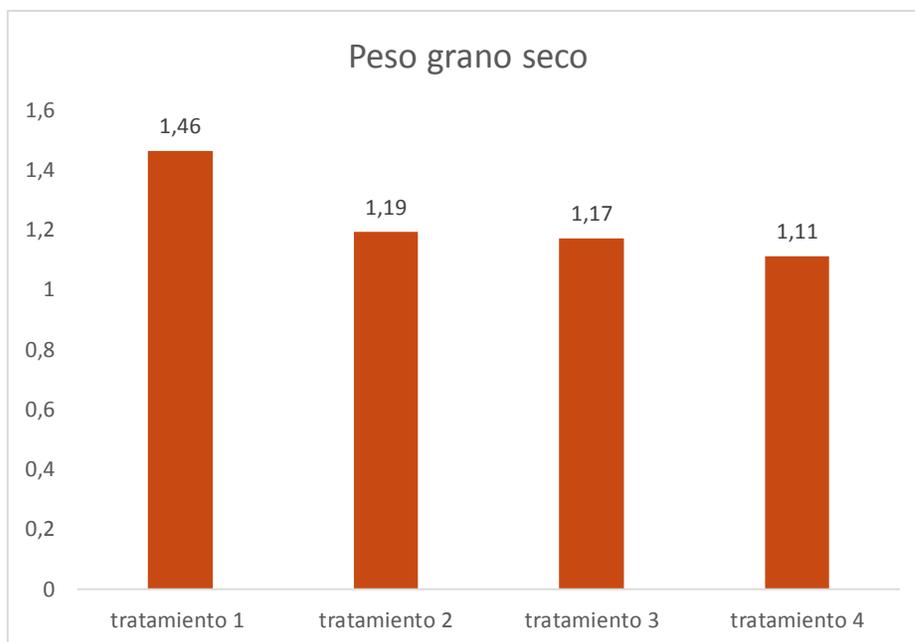
Tabla 25: Análisis de varianza para el índice peso de grano seco concluyendo en la etapa de cosecha después del proceso de aplicar riego con magnetización.

F.V.	SC	GL	p-valor	SIG
TRATAMIENTO	0,36	3	0,3617	N.S
REPETICION	2,15	4	0,0114	*
Error	1,24	12		
Total	3,75	19		
CV%	26,03			
PROMEDIO	1,23			

Elaborado por: Arias, D, 2022

En la **Tabla 30** análisis de varianza para peso de grano seco se fija que para la fecha de cosecha presentó significación solo en tratamientos mientras tanto, que en tratamientos no presentó significación alguna teniendo un coeficiente de variación de 26,03 y un promedio de 1,23 resultados presentes luego del cultivo de amaranto al ser expuesto a riego bajo magnetización.

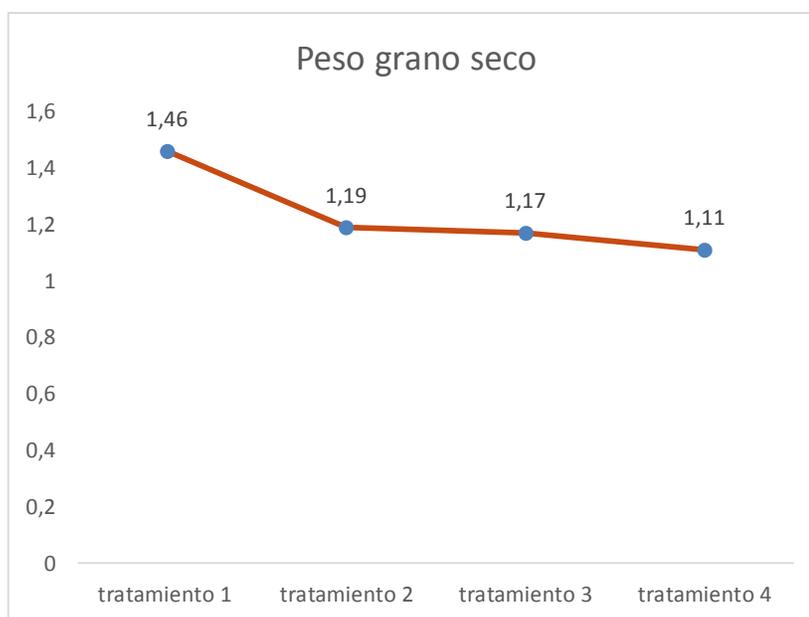
Figura 29: Promedios de peso de semilla después de la cosecha de planta de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka.



Elaborado por: Arias, D, 2022

Se presenta en la **Figura 29** el promedio del peso de grano seco teniendo como consideración que el T1 gana con un promedio de 1.46, en cuanto al tratamiento T2 que corresponde a 3000 gauss con un promedio de 1,19, para el tratamiento T3 el promedio baja y se presenta 1,17 de promedio y para finalizar el tratamiento T4 que es el testigo agua sin magnetizar presentó el promedio más bajo que es de 1,11 todos estos resultados después del proceso de magnetización en el cultivo de amaranto.

Figura 30: Promedios de curva para peso de semilla después de la cosecha en las plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad Selenaya Sosulka.



Elaborado por: Arias, D, 2022

En la **Figura 30** peso de grano seco se puede observar que el tratamiento T1 que es el que contiene densidad de 1000 gauss es el promedio que ganó a todos con respecto a los demás tratamientos por último el tratamiento T4 es el que menor promedio presentó considerando que es el tratamiento que no presenta magnetización en pocas palabras agua normal.

Los tratamientos físicos que usan campos electromagnéticos utilizados en la agricultura son externas estimulaciones, es decir, no invasivas y de bajo costo (Domínguez et al., 2010); que a menudo modifican algunos procesos fisiológicos y bioquímicos en las semillas y en las plantas (PODLEŚNY et al., 2009).

17 IMPACTOS

Se trata de inducir a los pequeños y medianos agricultores a realizar las prácticas y posterior implementar nuevas formas de producción con la utilización de materiales de apoyo para aprovecharlo en su totalidad (Podlešny, 2005). Por otro punto, se promueve la disfunción de tipos de tecnologías que a su vez es de gran apoyo en la agricultura y por ende para cultivos a base de nuevas formas de producción (Chicaiza, 2020).

17.1 Técnicos

Esta investigación conlleva emplear nuevos tipos de tecnologías fáciles, por el mismo motivo que se aprecia un coste bajo para la producción y se estima productos de calidad para mejorar la producción en el campo agropecuario ya que, el mismo tiene como finalidad dar a conocer el rendimiento de variables de agua planta y suelo. El uso de este tipo de tecnologías limpias contribuye al manejo de la producción del cultivo de *Amaranthus caudatus L* aportando al desarrollo y crecimiento fisiológico de la planta, pues, el agua tratada magnéticamente, condujo a un aumento de la productividad vegetal (Quimbita, 2019).

17.2 Sociales

El incremento en la producción campesina se vería beneficiada con el incremento de la tasa de empleo para los hogares del micro y el macro productores. Muchas de las familias ya no tendrán que salir a las grandes urbes en busca de empleo, pues, con esta alternativa se mejora la producción sin incurrir en gastos elevados. De esta forma incentivando igualmente al apoyo del trabajo de mano de obra local (Chicaiza, 2020).

17.3 Ambientales

A través de esta idea, se pretende mejorar y reducir la contaminación de agua que ingresa a los cultivos al momento del riego ya que es una alternativa ecológica, misma que promete una calidad de agua y de esta manera evitar el uso indiscriminado de la misma. Se genera de este modo una producción sostenible y en armonía con el ambiente, además de cumplir con límites máximos permisibles estipulados en la normativa ambiental vigente (Quimbita, 2019).

17.4 Económicos

Para una óptima producción de amaranto de mejor calidad se aplica las ideas antes mencionadas para la mejora en cuanto a la calidad de manera que, se obtenga ingresos económicos un poco mejores a lo que generalmente se está acostumbrado y por ende una mejor comercialización y aceptación en el mercado (Chicaiza, 2020).

18 CONCLUSIONES:

- El resultado de la investigación, las aguas a ser tratadas con magnetización muestran que existe variación cambios en las estructuras químicas en comparación al testigo, como resultado se muestra el pH y conductividad eléctrica disminuyen al aumentar la intensidad de los imanes con PH 7,34 y una dureza de 145 en el T1. En el T2 el PH, 7,26 en el nivel de dureza se encuentra moderadamente duras de 147, T3 su PH, 7,23, en el nivel de dureza se aumenta a consideración de T1 llegando a 166, lo cual sigue siendo una media dura. En el T4 el nivel de PH sube a 7,57 con un nivel de dureza de 160 considerando que este tratamiento corresponde al testigo, y se encuentra dentro de un rango moderadamente dura, es una disminución moderada al aumentar la intensidad magnética.
- Los parámetros del suelo si cambian al suministrar agua al suelo sometido a campos magnéticos, los resultados del PH y Conductividad Eléctrica cambian. El PH de suelo en cuanto al testigo (T4) es de 8,25 y una conductividad eléctrica de 0,31. En el tratamiento T1 tiene un PH de 8,32 y una conductividad eléctrica aumento drásticamente a 0,40. El tratamiento T2 con un PH de 8,20 y 0,39 de conductividad eléctrica, disminuye al aumentar la intensidad magnética. El tratamiento T3 el PH es de 8,16 y aumenta su nivel de 0,312 en conductividad eléctrica.
- El impacto que conlleva del campo magnético en las plantas de amaranto ha sido investigado a través del sistema de agua por goteo, los resultados descubren consecuencias provechosas para los factores agronómicos. En general el uso del agua expuesta a campos magnéticos presenta cambios notables en los factores que fueron evaluados en varias intensidades con sus imanes separados de distintas fuerzas.
- El amaranto durante todo el ciclo fenológico se adaptado de mejor manera al ser expuesto a diferentes intensidades magnéticas como son 1,000, 3,000, 5000 gauss siendo la intensidad de 5000 gauss que sobrelleva en cuanto a volumen de raíz, sin embargo, existe variación de acuerdo con las tablas y gráficos realizado por el investigador como se analizó el tratamiento de 1000 gauss conlleva el mejor peso de semilla.

19 RECOMENDACIONES:

- Se recomienda realizar investigaciones similares de gran relevancia en campos magnéticos, pero centrándose en diferentes cultivos de hoja por ejemplo lechugas, coliflores entre otros, ya que no existe la información necesaria acerca de la temática, por lo que, sería un buen aporte para futuras investigaciones.
- Se sugiere utilizar agua tratada magnéticamente en cultivos que requieren diferentes sistemas de riego tales como riego por inundación en el caso de tubérculos.
- Para obtener resultados más preciosos se recomienda realizar la misma investigación sometiendo los distintos cultivos intensidades de gauss por ejemplo 7500 9000 guaus etc.
- Se requiere investigación más profunda y de mayor tiempo para saber si el agua magnetizada aplicada a cultivos no daña el suelo a largo plazo.
- Fuese de vital ayuda e importancia usar agua magnetizada en cultivos hidropónicos y analizar resultados de un ciclo completo del cultivo.
- Para llevar de mejor manera los resultados se recomienda realizar esta investigación en ambientes controlados donde el agua de la lluvia no juegue un factor positivo- negativo en el proceso investigativo.

20 REFERENCIAS:

- Aguilera, E. (2021). Amaranto: distribución y diversidad morfológica del recurso genético en partes de la región Maya (sureste de México, Guatemala y Honduras. *Acta botánica mexicana*, 2.
- Alvarado, K. (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. (2020). Incidencia de campos magnéticos estacionarios en la germinación y crecimiento de semillas. *Agricultura: Revista agropecuaria y ganadera*, 1049–1054.
- Ayala, A., Espitia, E., Rivas, P., & Martínez, T. (2016). Análisis de la cadena del valor de amaranto en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 87.
- Bressani, R. (2006). Estudios sobre la industrialización del grano del Amaranto, caracterización química y nutricional de productos intermedios y finales de procesamiento. *Proyecto Frodecity*, 23, 9.
- Cabrera, C. (1989). El cultivo de amaranto *Amaranthud* spp una alternativa agronómica para Ecuador. *Naciones Unidas*, VII, 19.
<http://190.12.16.188/bitstream/41000/2688/1/iniapscpm52.pdf%0Ahttp://ambiental.uaslp.mx/URLdeestedocumento:http://ambiental.uaslp.mx/docs/LMNC-AU-9911-AgronSiglo.pdf%0Ahttp://www.sela.org/media/2262361/agenda-2030-y-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible>.
- Cakmak, T., Dumlupinar, R., & Erdal, S. (2010). Acceleration of germination and early growth of wheat and bean seedlings grown under various magnetic fieldand osmotic conditions. . . *Bioelectromagnetics*, 120–129.
- 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_ex

posicion_a_campos_magneticos/links/58060fbd08ae5ad188161dc3/Estimulacion-de-la-germinacion-y-el-crecimiento-por-exposicion-a

- Carvajal, J. (2017). *Estudio fenológico de dos variables de amaranto en las condiciones agrometeorológicas de Querochaca* (Vol. 6).
- Chicaiza, J. (2020). *Evaluación del efecto del agua magentizada en plantas de amaranto (Amaranthus caudatus) variedad Iniap-Alegría en la etapa fenológica de crecimiento en Salache - Cotopaxi*.
- Chiliquinga, V., & Taípe, C. (2009). Universidad Técnica de Cotopaxi. *Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales*, 118.
- del Rosal, J. (2003). Evaluación de calidad de vigor y germinación en genotipos de Amaranto (*Amaranthus* spp. *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*, 76).
- Domínguez, P., Hernández, A., Cruz, O., Ivanov, R., Carballo, C., & Cepeda, I. (2010). Influences of the electromagnetic field in maize seed vigor (in Spanish. *Fitotecnia Mexicana*, 33, 183–188).
- 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>
- Dubois, A. (2007). Efecto del campo electromagnético en la callogénesis delAlbys E. Ferrer Dubois, Yilan Fung Boix, Elizabet Issac Alemán. *Centro Agrícola*, 34(4), 71–75, 73.
- Ecuador, M. (2015). Revisión y actualización de la norma de calidad ambiental y de deacraga de efluentes: Recurso agua. *Registro Oficial*, 387, 97, 1–40. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155128.pdf>
- Farías, R., Muñoz Alcívar, L., Marcillo, C., & Viteri, M. (2020). Impacto en las exportaciones de organizaciones de pequeños productores, afectaciones, desafíos y oprtunidades. *Ministerio de Producción Comercio Exterior, Inversiones y Pesca*.
- Global, A. (2011). *Amaranto (Amaranthus spp.)*. *Agronomía para todo el mundo*.

- Google, S. (2021). *Sities google*. <https://sites.google.com/site/provinciadecotopaxil/canton-latacunga>
- Grandes, G. (2015). *CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE 8 LÍNEAS DE AMARANTO (Amaranthus sp.) PROVENIENTES DE RUSIA EN EL BARRIO TIGUALO (SALCEDO) Y EN EL BARRIO LAS MANZANAS (SIGCHOS) COTOPAXI. 2014.*
- Hazayn, Q. (2010). Response of growth, yield, yield components and some chemical constituents of Flax for irrigation with magnetized and tap water. *World Applied Sciences Journal*, 8, 630–634.
- Illescas, J. Á. (2017). *ESTUDIO FENOLÓGICO DE DOS VARIEDADES DE AMARANTO EN LAS CONDICIONES AGROMETEREOLÓGICAS DE QUEROCHACA.*
- Insua, A. (2009). *Efecto del agua tratada magnéticamente sobre los procesos biológicos (Magnetically treated water effect on biological processes)* (Vol. 10, p. 4).
- Jaime, E. (2008). Efecto de campos magnéticos en la germinación de semillas de arroz (*Oryza sativa* L.) y tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Agronomía Colombiana*, 26(2), 177–185. <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180314732002.pdf>
- Limonta, G. (2011). *Efecto del agua tratada con campo magnético estático sobre Meloidogyne spp. en Cucumis sativus en condiciones de cultivo protegido* (Vol. 38, Issue 4, pp. 83–87).
- López, V. (2014). *Guía para la producción de amaranto en el estado de México*. Icamex.
- Maheshwari, B. (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>
- Maheshwari, B., & Grewal, H. (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. (2017). *Aplicación de agua magnetizada para la producción de papa (Solanum tuberosum L).* EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PATACAMAYA.
- Matías, R. (2018). Usos actuales y potenciales del Amaranto (*Amaranthus spp*). *Journal of negative & no positive results*, 424.
- México, G. (2020). Así se cosecha el amaranto en la mixteca oaxaqueña. *Gourmet de México*, 1.
- Morales, M. (2015). *Evaluación agronómica de la variedad adaptada de amaranto (Amaranthus spp) bajo las condiciones climáticas en el Centro de Desarrollo Tecnológico CDT-INTA San Isidro.* 14–20.
- Mujica, A., & Quillahuamán, E. (1989). *Fenología del cultivo de la kiwicha (Amaranthus caudatus L.). Curso Taller Fenología de cultivos andinos y uso de la información agro meteorológica Puno.* INIA.
- Nieto, C. (1989). El cultivo de amaranto, una alternativa agronómica para el Ecuador. *Iniap, publicación miscelánea*, 52, 10.
- Podleśny, J. (2005). Influence of magnetic stimulation of seeds on the formation of morphological features and yielding of the pea. *Int. Grophysics*.
- PODLEŚNY, J., PIETRUSZEWSKI, S., & PODLEŚNA, A. (2009). *Influence of magnetic stimulation of seeds on the formation of morphological features and yielding of the pea. Int. grophysics.*
- Qados, A., & Mahmoud, T. (2010). Response of growth, yield, yield components and some chemical constituents of Flax for irrigation with magnetized and tap water. *World Applied Sciences Journal*, 8, 630–634.
- Quimbita, katerin. (2019). *Evaluación de cuatro densidades de siembra con tres dosis de giberelinas en Amaranto (Amarantus Caudatus L.) con fines ornamentales. Salache. Latacunga. Cotopaxi 2018.*

- Ragab, H. (2011). The Impact of Magnetic Water Application for Improving Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Production. *New York Science Journal*, 15–20. http://www.sciencepub.net/newyork/ny0406/04_5558ny0406_15_20.pdf
- Redagrícola. (2017). *Sistema de re-estructuración de agua*. Redagrícola.
- Rochalska, M., & Orzeszko, A. (2005). Magnetic field treatment improves seed performance. *Seed Science and Technology*, 33(3), 669–674. <https://doi.org/10.15258/sst.2005.33.3.14>
- 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.
- Silva, Cecilia. (2007). *Caracterización fisicoquímica y nutracéutica de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) cultivado en San Luis Potosí*.
- Tapia, B. (2021). *Evaluación del efecto del agua magnetizada en la segunda fase de desarrollo - cosecha del amaranto (*Amaranthus caudatus* L) Variedad Selenaya Sosuluka* (pp. 46–48).
- Valverde, F. (1991). *Efecto del nitrógeno y potasio en el desarrollo y rendimiento de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) Tipo mercado* (pp. 113 –115). INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/931/1/iniapsctV135ef.pdf>
- Vibrans, H. (2008). Botánica y descripción del amaranto. In *Obtenido de Botánica y Descripción del Amaranto: Obtenido de*. <http://botanicaeconomicadeamaranto.blogspot.com/2008/04/botnica-y-descripcin-del->
- Zuñiga, M. (2016). *Efecto de los bioles utilizando tres fuentes de nitrógeno en el desarrollo del cultivo de amaranto*.
- 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: Análisis de suelo final

INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE						
Cliente: Jhonatan Tipan						
Dirección: Latacunga		Teléfono:				
Provincia: Cotopaxi		Canton: Latacunga		Lat		
INFORMACION DE LA MUESTRA						
Tipo de Muestra: Suelo		Fecha de ensayo: del 14 de febrero al 7 de marzo				
Fecha de toma de muestra: 14/2/2022		Dirección de la muestra: Salache		cod lab 13,2 suelo 2022		
Fecha de recepción en: 14/2/2022		Muestra tomada por el cliente				
Observaciones:						
RESULTADOS						
Id. Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
T1MA	K	Ac.Am	0,8	meq/100g	alto	A.atómica
	Ca	Ac.Am	8,3	meq/100g	alto	A.atómica
	Mg	Ac.Am	2,2	meq/100g	alto	A.atómica
	PH	H2O 1:2,5	8,32		Alcalino	Conductimetrico
	CE	H2O 1:2,5	0,41	mmhos/cm	No Salino	Conductimetrico
	P	Olsen mod.	21	ppm	alto	Colorimetrico
	B	curcumina	2,3	ppm		
	Ca/Mg	calculo	3,8	meq/100g	Optimo	N/A
	Mg/K	calculo	2,8	meq/100g	bajo	N/A
	(Ca+Mg)/K	calculo	13,5	meq/100g	bajo	N/A
Acidez Int.	KCl				Volumétrica	



TOTALCHEM

Ing. Carlos Mayorga

Tlf 0980622817 / 0985458514

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

agua, abonos químicos, foliares, alimentos, balanceados, suelos,
Microbiología: Aguas, suelos, alimentos
Movilización para toma de muestras

SERVICIOS ANALITICOS:

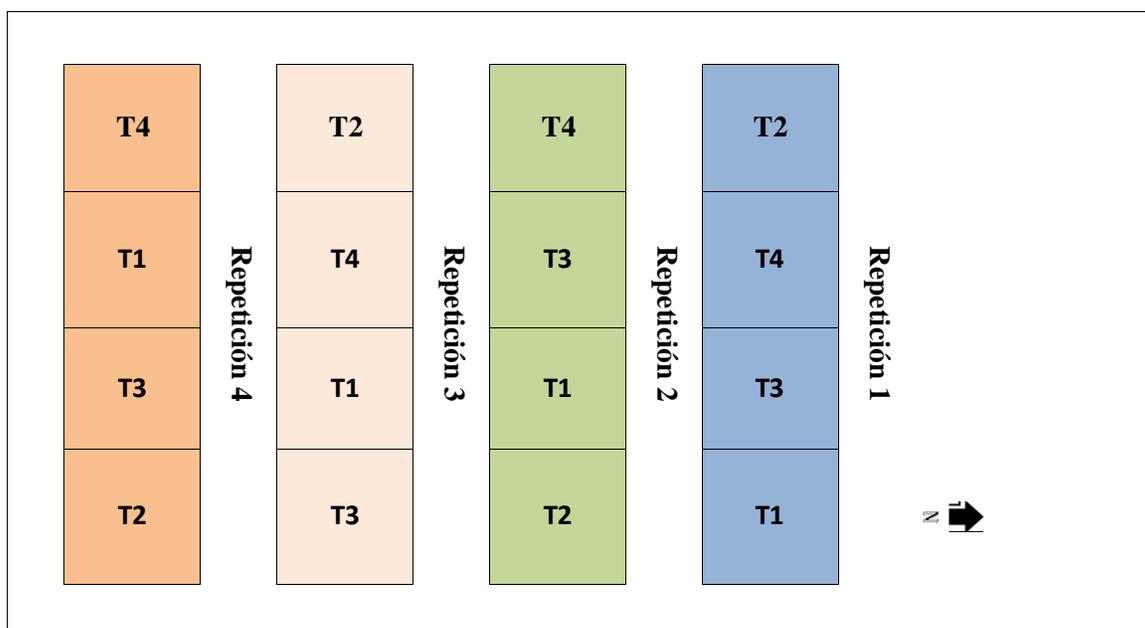
Cel : 0985458514

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
TERCER	INGENIERA AGRÓNOMA	19/05/2003	1010-03-392713
CUARTO	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 ACADEMICA 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 ACADEMICO DE INGRESO A LA UTC:** ABRIL 1998

Anexo 3: Croquis de la distribución de las 16 unidades experimentales.



Elaborado por: Arias, D, 2022

Anexo 4: Resultados del análisis de agua con y sin tratamiento magnético al terminar la investigación.

Parámetros	Gauss (T1) 1000	Gauss (T2) 3000	Gauss (T3) 5000	(T4) Sin magnetizar
PH	7,34	7,26	7,23	7,57
CE us/cm	656	655	670	203
TDS mg/l	333	329	334	103
Carbonatos	0	0	0	0
Bicarbonatos mg/l (HCO₃)	176,4	186,2	186,2	186,2
Alcalinidad Total meq/l	3,53	3,72	3,72	3,72
DUREZA TOTAL expresado en mg/L CaCO₃ ecuación	147	147	160	147

Elaborado por: Arias, D, 2022

Anexo 5: Resultados del análisis de suelo al terminar la investigación.

PARÁMETROS	T1	T2	T3	T4
PH	8,32	8,20	8,16	8,25
P (ppm)	21	42	31	25
K (meq/100g)	0,8	0,5	0,21	0,17
Ca (meq/100g)	8,3	7,9	7,7	7,84
Mg (meq/100g)	2,2	2,2	2,2	1,37
B (ppm)	2,3	1,9	2,5	1,7
Ca/Mg (meq/100g)	3,8	3,6	2,9	5,7
Mg/K (meq/100g)	2,8	4,1	4,3	4,9
(Ca+Mg)/K (meq/100g)	13,5	18,8	20,1	21,3
CE	0,41	0,33	0,39	0,312

Elaborado por: Arias, D, 2022

Anexo 6: Datos en Tablas de Excel

Altura De Planta																																				
FECHA/DÍAS	R1	T1	T2	T3	T4	R2	T1	T2	T3	T4	R3	T1	T2	T3	T4	R4	T1	T2	T3	T4	FECHA/DÍAS	R1	T1	T2	T3	T4	R2	T1	T2	T3	T4	R3	T1	T2	T3	T4
	PLANT	Altura de Planta (cm)		PLANT	Altura de Planta (cm)																															
70	1	26,8	25,5	24,5	21,5	1	24,8	22,5	24,5	21,9	1	24,8	20,0	24,5	21,8	1	18,8	12,5	14,0	13,5	80	1	28,9	27,5	26,0	24,2	1	26,4	24,5	26,5	23,2	1	26,4	22,5	26,0	2
	2	27,8	25,0	24,5	21,0	2	24,3	22,5	23,0	22,9	2	26,3	20,0	23,5	21,3	2	20,8	11,5	13,5	12,5		2	28,5	28,0	26,5	26,2	2	25,9	25,0	24,5	24,2	2	27,9	22,0	25,0	2
	3	25,3	24,5	24,5	22,5	3	23,8	23,0	22,0	22,4	3	24,8	21,0	22,5	22,3	3	18,8	12,0	14,0	13,5		3	27,0	26,5	26,5	24,7	3	23,9	23,5	22,5	23,7	3	26,4	23,5	24,5	2
	4	27,3	24,5	24,5	22,0	4	22,3	24,0	22,5	21,9	4	26,3	19,0	24,0	21,3	4	18,8	12,0	15,5	14,5		4	28,9	26,0	26,0	23,7	4	23,9	24,0	24,5	23,2	4	27,9	22,5	26,0	2
	5	28,8	21,5	23,0	22,5	5	23,3	20,0	25,0	21,9	5	23,8	19,5	23,0	20,8	5	18,8	12,5	14,5	12,5		5	30,9	24,0	24,0	24,2	5	25,4	23,5	25,0	25,7	5	25,4	22,0	25,5	2
	6	26,8	23,0	22,5	21,0	6	22,3	23,5	22,5	22,9	6	26,8	20,0	24,0	19,3	6	17,3	13,5	12,5	14,0		6	29,9	26,0	25,0	26,2	6	24,9	23,0	25,0	24,7	6	27,9	23,5	26,0	2
	7	27,8	25,5	22,5	21,5	7	22,8	21,5	21,0	22,9	7	27,3	20,0	23,0	21,3	7	17,8	12,5	14,0	13,5		7	29,0	28,0	24,0	25,7	7	25,4	25,0	23,5	24,2	7	28,4	22,0	25,5	2
	8	26,3	24,5	25,5	21,5	8	21,3	23,0	24,5	23,4	8	26,3	20,5	22,5	20,8	8	16,8	12,0	12,5	14,0		8	27,5	27,5	25,0	22,2	8	23,4	24,5	26,0	24,7	8	27,9	23,0	24,5	2
	9	27,3	25,0	24,0	21,5	9	24,3	24,0	23,0	23,4	9	28,3	20,0	22,0	21,3	9	16,8	11,5	14,0	14,5		9	29,0	28,0	24,0	23,7	9	25,9	25,0	25,5	24,2	9	29,4	22,5	24,0	2
	10	27,8	24,0	21,5	20,5	10	21,8	24,0	23,5	24,4	10	26,3	20,5	23,0	21,8	10	17,3	12,0	13,5	13,0		10	29,4	27,0	23,0	24,2	10	23,4	24,0	25,5	25,7	10	27,9	22,5	24,5	2
	Σ	27,15	24,30	23,80	21,55		23,05	22,80	23,15	22,75		26,05	20,05	23,20	21,15		18,15	12,20	13,80	13,55		Σ	28,85	26,85	25,00	24,45		25,00	24,10	24,85	24,30		25,35	22,00	25,15	23
100	1	32,5	31,5	29,5	27,3	1	28,5	28,5	29,5	27,8	1	31,0	26,5	29,5	27,8	1	21,5	18,5	20,0	20,5	110	1	33,5	33,5	31,0	28,2	1	30,5	30,5	31,5	28,7	1	31,5	28,5	30,5	2
	2	31,5	31,5	31,0	29,8	2	27,0	28,0	28,5	28,3	2	28,0	27,5	26,5	25,8	2	25,5	19,5	21,0	18,5		2	32,5	33,0	32,0	31,2	2	29,5	29,5	30,0	29,7	2	29,5	29,5	27,5	2
	3	29,5	30,0	30,0	28,3	3	26,5	28,5	28,0	27,8	3	29,0	28,5	27,5	27,8	3	23,5	20,5	22,0	21,0		3	30,0	31,5	32,0	29,2	3	28,0	29,7	29,5	29,7	3	30,5	30,0	29,5	2
	4	32,5	30,0	31,0	27,8	4	27,0	27,0	28,0	27,3	4	29,0	26,5	27,5	28,8	4	20,5	22,0	20,0	21,5		4	33,5	29,0	33,5	30,2	4	29,0	27,5	29,5	28,7	4	30,5	28,5	28,5	3
	5	33,0	28,0	28,5	27,3	5	28,5	25,5	29,0	29,8	5	30,0	25,5	28,5	26,8	5	21,5	19,0	20,0	20,0		5	34,0	29,5	30,0	29,2	5	30,5	27,5	30,0	29,7	5	31,0	26,5	29,5	2
	6	30,5	29,0	30,0	28,8	6	28,5	29,5	30,0	27,3	6	30,0	27,5	28,5	25,8	6	23,5	18,5	19,0	22,5		6	32,5	31,0	32,5	29,7	6	30,5	30,5	31,5	29,7	6	33,0	29,5	29,0	2
	7	32,0	32,0	29,0	27,8	7	27,5	28,0	27,0	28,8	7	29,5	28,5	28,0	26,8	7	22,5	17,5	21,0	20,5		7	33,5	33,5	32,0	28,7	7	29,0	28,5	29,5	31,7	7	32,5	30,0	29,5	2
	8	30,5	31,0	30,0	26,8	8	26,0	29,0	29,0	28,3	8	29,0	30,5	27,5	25,8	8	20,5	18,5	22,5	21,0		8	32,0	33,0	32,5	28,2	8	28,5	31,0	30,5	30,7	8	30,5	32,5	28,5	2
	9	31,5	32,5	29,0	27,3	9	26,5	30,5	29,5	28,8	9	29,0	28,5	27,5	25,8	9	19,5	18,5	22,0	22,5		9	32,5	33,5	31,5	28,7	9	29,5	31,5	31,0	31,7	9	32,5	30,5	29,0	2
	10	31,5	30,5	28,0	27,8	10	26,0	30,0	29,0	29,3	10	30,0	28,5	28,5	26,8	10	20,5	17,5	23,0	20,5		10	32,5	32,0	31,0	29,2	10	28,5	30,5	30,5	31,2	10	32,0	29,5	30,0	2
	Σ	31,50	30,60	29,60	27,85		27,20	28,45	28,75	28,30		29,45	27,80	27,95	26,75		21,90	19,00	21,05	20,85		Σ	32,65	31,95	31,80	29,20		29,35	29,67	30,35	30,10		31,35	29,50	29,15	28
130	1	36,5	36,5	34,0	32,3	1	35,8	33,3	35,3	32,5	1	33,5	32,5	34,2	32,1	1	28,2	25,0	27,6	24,3	140	1	38,0	38,0	35,6	34,7	1	37,0	34,6	36,0	33,2	1	34,2	34,0	35,5	3
	2	36,0	35,5	34,0	35,3	2	34,3	32,8	32,8	32,8	2	35,0	32,7	30,5	30,0	2	31,2	25,0	29,1	21,8		2	37,5	37,0	35,7	36,7	2	35,5	34,1	34,0	33,7	2	35,7	34,2	31,8	3
	3	34,0	35,0	35,0	33,8	3	33,8	32,2	33,5	33,6	3	32,7	34,0	31,5	31,8	3	30,2	26,0	29,6	26,3		3	35,5	36,5	36,7	36,2	3	34,5	33,5	35,0	34,0	3	33,4	35,5	32,8	3
	4	36,0	32,0	37,0	33,8	4	35,1	30,8	34,0	32,8	4	35,3	32,3	28,3	32,3	4	27,5	28,5	29,1	26,8		4	37,5	33,5	38,7	35,7	4	36,0	32,1	35,4	34,3	4	36,0	33,8	29,6	3
	5	37,5	33,0	34,0	34,3	5	36,1	30,8	33,0	33,6	5	32,5	31,0	31,8	31,2	5	28,0	24,9	27,8	26,0		5	39,0	34,5	35,8	36,2	5	37,5	32,3	34,2	34,2	5	33,5	32,5	33,0	3
	6	36,0	33,5	36,0	33,3	6	35,0	33,8	34,5	32,3	6	34,8	32,8	31,8	30,3	6	30,0	24,4	27,8	27,5		6	37,5	34,5	37,8	35,5	6	36,0	33,5	35,3	33,7	6	35,8	34,0	33,0	3

Elaborado por: Arias, D, 2022

Anexo 7: Agua tratada junto a los imanes usados para la magnetización



Elaborado por: Arias, D, 2022

Anexo 8: Plantas de Amaranto de presentes para la investigación.



Elaborado por: Arias, D, 2022

Anexo 9: Toma de datos (Altura, diámetro, longitud de panoja y medición de clorofila).



Elaborado por: Arias, D. 2022

Anexo 10: Uso del calibrador pie de rey para medir el diámetro y toma de volumen de raíz

Elaborado por: Arias, D, 2022

Anexo 11: Cosecha y respectivo peso de panoja y toma de datos de los mismos

Elaborado por: Arias, D, 2022

Anexo 12: Equipos usados para la extracción del grano del amaranto trilla manual y mecánica.



Elaborado por: Arias, D, 2022

Anexo 13: Promedios de altura de planta hasta los 140 días

TRATAMIENTOS	REPETICIÓN	Altura (70)	Altura (80)	Altura (90)	Altura (100)	Altura (110)	Altura (120)	Altura (130)	Altura (140)
1	1	27,15	28,85	30,80	31,50	32,65	34,50	36,15	37,66
2	1	24,30	26,85	28,75	30,60	31,95	34,10	35,05	36,42
3	1	23,80	25,00	27,65	29,60	31,80	33,65	35,15	36,94
4	1	21,55	24,45	25,70	27,85	29,20	31,02	33,32	35,35
1	2	23,05	25,00	26,70	27,20	29,35	31,75	34,71	35,88
2	2	22,80	24,10	26,60	28,45	29,67	31,54	32,84	34,20
3	2	23,15	24,85	27,30	28,75	30,35	32,00	33,96	35,00
4	2	22,75	24,30	27,15	28,30	30,10	32,00	33,38	34,49
1	3	26,05	25,35	29,70	29,45	31,35	33,35	34,48	35,30
2	3	20,05	22,00	24,65	27,80	29,50	31,90	33,33	34,74
3	3	23,20	25,15	27,10	27,95	29,15	30,25	31,56	32,89
4	3	21,15	23,00	25,00	26,75	28,75	29,95	30,93	31,88
1	4	18,15	17,90	20,75	21,90	23,10	26,10	28,48	29,36
2	4	12,20	14,00	16,90	19,00	21,00	23,15	25,07	26,39
3	4	13,80	15,40	18,50	21,05	23,35	26,90	28,88	29,99
4	4	13,55	14,75	17,80	20,85	22,25	23,85	25,68	27,92

Elaborado por: Arias, D, 2022

Anexo 14: Promedios de diámetro de panoja hasta los 140 días

TRATAMIENTOS	REPETICIÓN	Diámetro de Panoja (70)	Diámetro de Panoja (80)	Diámetro de Panoja (90)	Diámetro de Panoja (100)	Diámetro de Panoja (110)	Diámetro de Panoja (120)	Diámetro de Panoja (130)	Diámetro de Panoja (140)
1	1	8,51	9,15	9,52	9,66	9,95	10,17	10,05	10,35
2	1	7,31	8,44	8,79	8,92	9,16	9,37	9,48	9,67
3	1	8,17	8,56	8,81	8,98	9,16	9,36	9,43	9,69
4	1	7,27	7,45	7,68	8,27	8,11	8,29	8,57	8,57
1	2	9,04	8,98	9,18	9,21	9,54	9,82	8,92	10,12
2	2	6,28	6,85	7,05	7,23	7,46	7,69	7,79	7,99
3	2	7,14	7,57	7,72	7,70	7,80	8,02	8,09	8,32
4	2	6,96	7,22	7,39	7,72	7,70	7,89	8,18	8,18
1	3	8,24	8,06	8,28	8,27	8,56	7,11	8,85	9,23
2	3	5,63	6,62	6,78	6,90	7,11	7,31	7,45	7,76
3	3	6,29	6,75	6,90	7,05	7,22	7,40	7,50	7,79
4	3	6,46	6,82	7,12	7,52	7,52	7,70	7,95	8,00
1	4	8,36	8,17	8,20	8,40	8,71	8,94	8,99	9,59
2	4	6,07	6,44	6,72	6,96	7,18	7,39	7,54	7,97
3	4	7,17	7,45	7,65	7,86	8,07	8,32	5,37	8,93
4	4	2,97	4,41	4,36	4,65	4,88	5,20	5,37	5,74

Elaborado por: Arias, D, 2022

Anexo 15: Promedios de longitud de panoja hasta los 140 días

TRATAMIENTOS	REPETICIÓN	LP (70)	LP (80)	LP (90)	LP (100)	LP (110)	LP (120)	LP (130)	LP (140)
1	1	19,68	20,80	21,54	23,06	22,76	22,91	21,00	21,44
2	1	17,15	16,21	15,98	18,33	18,77	20,15	20,57	20,75
3	1	18,20	18,97	16,51	20,25	20,75	21,05	22,77	21,68
4	1	17,40	18,18	18,24	18,86	18,75	19,39	20,00	20,32
1	2	21,66	22,44	23,94	23,12	23,56	24,46	24,46	23,56
2	2	20,35	21,01	21,47	21,85	22,32	22,50	22,94	22,32
3	2	20,50	19,33	19,47	20,39	22,18	23,50	24,21	23,25
4	2	18,25	20,10	18,25	19,33	18,00	21,44	19,12	18,95
1	3	20,72	20,22	20,93	21,64	24,25	25,10	19,70	18,83
2	3	18,95	18,53	19,95	19,41	22,30	22,67	21,75	20,90
3	3	19,57	19,35	18,60	20,27	17,85	18,10	24,85	22,35
4	3	19,45	19,60	19,10	20,41	18,75	18,89	21,73	20,72
1	4	19,66	20,41	20,42	20,39	21,03	21,91	20,04	22,19
2	4	16,50	16,33	18,05	19,72	19,45	21,36	21,56	21,91
3	4	18,32	15,17	16,17	18,85	20,02	22,36	24,01	24,35
4	4	11,45	13,24	13,53	17,50	14,86	15,01	14,61	14,79

Elaborado por: Arias, D, 2022

Anexo 16: Promedios de volumen de raíz hasta los 140 días

Tratamiento	Repetición	Volumen de raíz 80 días	Volumen de raíz 100 días	Volumen de raíz 120 días	Volumen de raíz 140 días
1	1	20	25	25	30
2	1	20	30	35	40
3	1	30	45	50	55
4	1	15	20	20	25
1	2	20	25	30	30
2	2	20	30	30	35
3	2	25	35	40	45
4	2	20	20	25	25
1	3	15	20	25	30
2	3	20	20	30	30
3	3	30	40	45	60
4	3	15	20	30	35
1	4	25	30	30	35
2	4	25	25	30	55
3	4	30	35	45	45
4	4	20	20	25	30

Elaborado por: Arias, D, 2022.

Anexo 17: Promedio de cosecha.

Tratamientos	Repeticiones	Peso de Panoja
1	1	33,38
2	1	25,99
3	1	26,73
4	1	17,78
1	2	13,35
2	2	12,01
3	2	16,43
4	2	19,05
1	4	22,25
2	4	23,76
3	4	29,85
4	4	28,14
1	5	23,69
2	5	20,42
3	5	27,56
4	5	34,79

peso de panoja a la

Elaborado por: Arias, D, 2022

Anexo 18: Promedio de peso de semilla al concluir la investigación.

Tratamientos	Repeticiones	Datos De Cosecha (Grano Seco) (g)
1	1	1,38
2	1	0,93
3	1	1,22
4	1	0,96
1	2	0,87
2	2	0,92
3	2	1,18
4	2	1,10
1	3	1,28
2	3	1,07
3	3	1,06
4	3	0,35
1	4	1,50
2	4	1,30
3	4	1,19
4	4	0,92

Elaborado por: Arias, D, 2022

Anexo 19: Aval de traducción

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 proyecto de investigación cuyo título versa: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL AGUA MAGNETIZADA EN LA SEGUNDA FASE FLORACION - COSECHA DEL AMARANTO (*Amaranthus caudatus L.*) VARIEDAD SELENAYA SOSULKA, CEASA - LATACUNGA - COTOPAXI, 2021-2022.”** presentado por: **Arias Mullo Danilo Salomón**, 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, abril del 2022

Atentamente,

 **PATRICIA MARCELA CHACON PORRAS**

Mg. Patricia Marcela Chacón Porras
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
C.C: 0502211196