



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL AGUA MAGNETIZADA EN PLANTAS DE AMARANTO (*Amaranthus caudatus*) VARIEDAD INIAP-ALEGRÍA EN LA ETAPA FENOLÓGICA DE CRECIMIENTO EN SALACHE- COTOPAXI”

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

Autor:
Chicaiza Toapanta Jhonny Bladimir

Tutor:
Ing. Mg. Sc. Parra Gallardo Giovanna Paulina

Latacunga - Ecuador
FEBRERO-2020

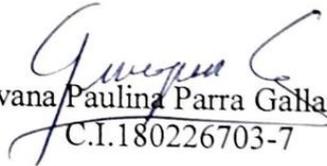
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“ Yo **Chicaiza Toapanta Jhonny Bladimir** con C.C 1724254493 declaro ser autor (a) del presente proyecto de investigación: “**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL AGUA MAGNETIZADA EN PLANTAS DE AMARANTO (*Amarathus caudatus*) VARIEDAD INIAP-ALEGRÍA EN LA ETAPA FENOLÓGICA DE CRECIMIENTO SALACHE-COTOPAXI.**”, siendo **Ing. Giovana Paulina Parra Gallardo Mg.** tutor (a) 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.



Jhonny Bladimir Chicaiza Toapanta
C.I. 1724254493



Ing. Giovana Paulina Parra Gallardo Mg.
C.I.180226703-7

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 **CHICAIZA TOAPANTA JHONNY BLADIMIR**, identificada/o con C.C.N° **172425449-3**, de estado civil **soltero** y con domicilio Barrio Manantial del sur Cantón Quito, a quien en lo sucesivo se denominará **LA/EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. 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.- LA/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 PLANTAS DE AMARANTO (*Amarathus caudatus*) VARIEDAD INIAP-ALEGRÍA EN LA ETAPA FENOLÓGICA DE CRECIMIENTO SALACHE-COTOPAXI” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.- ABRIL 2015-FEBRERO 2020

Aprobación CD: 15 de Noviembre del 2019

Tutor.- ING. GIOVANA PAULINA PARRA GALLARDO MG.

Tema: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL AGUA MAGNETIZADA EN PLANTAS DE AMARANTO (*Amarathus caudatus*) VARIEDAD INIAP-ALEGRÍA EN LA ETAPA FENOLÓGICA DE CRECIMIENTO SALACHE-COTOPAXI”

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, **LA/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 **LA/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.

f) 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 **LA/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 **LA/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 **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 12 días del mes de febrero del 2020.



Chicaiza Toapanta Jhonny Bladimir
EL CEDENTE

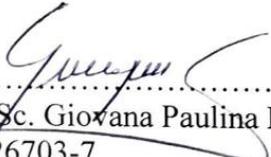
Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez
EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

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

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL AGUA MAGNETIZADA EN PLANTAS DE AMARANTO (*Amaranthus caudatus*) VARIEDAD INIAP-ALEGRÍA EN LA ETAPA FENOLÓGICA DE CRECIMIENTO SALACHE-COTOPAXI”, de CHICAIZA TOAPANTA JHONNY BLADIMIR, de la carrera 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, 07 de febrero 2020


.....
Ing. Mg. Sc. Giovana Paulina Parra Gallardo
C.I.180226703-7

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL AGUA MAGNETIZADA EN PLANTAS DE AMARANTO (*Amaranthus caudatus*) VARIEDAD INIAP-ALEGRÍA EN LA ETAPA FENOLÓGICA DE CRECIMIENTO SALACHE-COTOPAXI”, de CHICAIZA TOAPANTA JHONNY BLADIMIR, 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, 07 de febrero del 2020



Lector 1 (Presidente/a)
Ing. Mg. Marco Antonio Rivera Moreno
CC: 0501518955



Lector 2
Ing. Mg. Guido Euclides Yaulí Chicaiza
CC: 050160440-9



Lector 3 (Secretario/a)
Ing. Mg. Alexandra Isabel Tapia Borja
CC: 050266175-4

AGRADECIMIENTO

En primer lugar al alma mater la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas para que pueda continuar con mis estudios.

A mi tutora Ing. Giovana Parra por confiar en mí y guiarme con sabiduría durante el proceso de titulación.

Al proyecto de Granos Andinos por todo el apoyo brindado y al Proyecto de Invernadero Inteligente.

A mis lectores al Ing. Marco Rivera, al Ing. Guido Yauli, a la Ing. Alexandra Tapia por su atención prestada.

A todos los docentes de la carrera de Ingeniería Agronómica, gracias a ellos se pudo concretar mi formación profesional a partir de sus conocimientos.

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios por brindarme salud, fortaleza, sabiduría para poder culminar con éxito mi formación profesional.

Con mucho cariño quiero dedicar este trabajo a mi padre Pedro Chicaiza y mi madre Luzmila Toapanta por ser los pilares fundamentales para que este sueño se haga realidad a través de su gran esfuerzo mostrado día tras día.

A mis hermanitas Rosita, Jessenia y Wendy que siempre me apoyaron durante toda mi etapa de formación, a mi abuelito que siempre me brindó su apoyo y sus consejos.

A mis tíos Luis, Patricia, Jaime, Hernán que siempre me mostraron lo valioso de tener la oportunidad de estudiar.

A toda mi familia y amigos que siempre me brindaron sus palabras de aliento para no decaer.

¡Fácil no fue más sigo aquí!

INFORMACIÓN GENERAL.

Título

“Evaluación del efecto del agua magnetizada en plantas de amaranto (*Amarathus caudatus*) variedad INIAP-alegría en la etapa fenológica de crecimiento Salache-Cotopaxi.”

Fecha de inicio: Octubre-2019

Fecha de finalización: Febrero 2020

Lugar de ejecución.

Universidad Técnica de Cotopaxi, Proyecto Granos Andinos-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 investigación invernadero inteligente.

Nombres del investigador.

Autor: Jhonny Bladimir Chicaiza Toapanta

CC. 1724254493

Correo electrónico: jhonny.chicaiza@4493gmail.com

Nombres del equipo de investigación.

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

Lector 1: Ing. Mg. Marco Antonio Rivera Moreno

Lector 2: Ing. Mg. Guido Euclides Yaulí Chicaiza

Lector 3: Ing. Mg. Alexandra Isabel Tapia Borja

Área de Conocimiento: Agricultura

Línea de investigación: Desarrollo y seguridad alimentaria.

Sub líneas de investigación de la carrera: Producción Agrícola Sostenible; Tecnologías aplicadas a la agricultura.

Líneas de vinculación: Gestión de recursos naturales, biodiversidad, tecnología y genética para el desarrollo humano social.

RESUMEN

La investigación fue realizada en el Centro Académico Experimental Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, dentro de los proyectos de investigación Invernadero Inteligente y Granos Andinos; a una altura de 2733 m.s.n.m donde el objetivo general fue: Evaluar el efecto del agua magnetizada en plantas de (*Amarantus caudatus*) variedad INIAP- Alegría en la etapa fenológica de crecimiento (25 días), siendo los objetivos específicos: Analizar los cambios de los parámetros químicos que se produce en el agua magnetizada y en el sustrato usado; Determinar la demanda neta del agua magnetizada; Caracterizar el comportamiento agronómico de la especie. Se aplicó un Diseño de Bloques Completos al Azar con 4 tratamientos y 20 unidades experimentales. Se suministró agua magnetizada a 3 intensidades, (T1: imán de neodimio de 1000 gauss; T2: 2 imanes (uno de neodimio y uno mineral 3000 gauss, T3 imanes (1 imán de neodimio más dos imanes minerales) 5000 gauss) y un testigo. El agua analizada después de ser tratada con magnetización muestra que existe variación disminuyendo su valor en Ca, Mg, Na, SO_4^{2-} , en lo que nos refirió a $CaCO_3$ - la dureza bajo de agua sin tratar 308,8 a 120 con T3, mientras que los compuestos como CO_3^{2-} , Cl, Bo, pH, CE, RAS sube su valor. La demanda bruta de agua fue 74 m³ durante 37 días que duró el proceso. En el sustrato el pH pasó de un valor inicial 5.6, a 5.89, 6.01, 6.06 y 5.89 a los 25 días para T0, T1, T2 y T3 respectivamente. En CCI muestra variación significativa con mejor tratamiento T3. En análisis del sustrato a los 25 días muestra diferencia entre tratamientos en los compuestos residuales: 32, 34, 23, 25, ppm para N; 28, 34, 19, 23 ppm para P; 0.09, 0.18, 0.06, 0.07 meq/100ml para K; 24.8, 24.7, 24.6, 24.9 meq/100ml para Ca; 24.8, 24.7, 24.6, 24.9 meq/100ml de Mg, en T0, T1, T2 y T3, respectivamente. Las variables agronómicas fueron evaluadas a los 5, 10, 15, 20, 25 días; mostrando significancia en altura de planta a los 10, 15 y 20 días.

Con rangos de (A, AB, B). En cuanto a diámetro de tallo, área foliar, longitud de raíz existió significancia en todo el proceso de medición y para la variables número de hojas indica que a partir del día 25 con rangos de significancia(A, AB, B). Se concluye que el agua magnetizada es un factor importante que muestra variaciones en el suelo y en la planta, se recomienda realizar más estudios con la aplicación de agua tratada con magnetización en diferentes cultivos y diferentes tipos de suelo.

Palabras clave: Agua magnetizada, Intensidades, Demanda bruta.

ABSTRACT

The research was conducted at Salache Experimental Academic Center of the Technical University of Cotopaxi, within the research projects of the Greenhouse Smart and Andean Grains; at a height of 2733 m. where the general objective were: To evaluate the effect of magnetised water in plants of (*Amarantus caudatus*) variety INIAP- Joy in the phenological stage of growth (25 days), the specific objectives were: To determine the net demand of the magnetised water; Analyse the changes in chemical parameters that occur in the magnetised water and in the substrate used; Characterise agronomic behaviour of species. A Random Complete Block Design with 4 treatments and 20 experimental units was applied. Magnetised water was supplied at 3 intensities, (T1: 1000 gauss neodymium magnet; T2: 2 magnets (one neodymium and one mineral 3000 gauss, T3 magnets (1 neodymium magnet plus two mineral magnets) 5000 gauss) and a witness The water that was analysed after being treated with magnetisation shows that there is variation decreasing its value in Ca, Mg, Na, SO₄²⁻, as regards CaCO₃- the low hardness of untreated water 308.8 to 120 with T3, while the compounds such as CO₃²⁻, Cl, Bo, pH, CE, RAS increase their value. The gross water demand was 74 m³ during 37 days that the process lasted. In the substrate the pH went from an initial value 5.6, to 5.89, 6.01, 6.06 and 5.89 at 25 days for T0, T1, T2 and T3 respectively .. In CCI it shows significant variation with better treatment T3 In 25-day substrate analysis it shows difference between treatments in residual compounds: 32 , 34, 23, 25, ppm for N; 28, 34, 19, 23 ppm for P; 0.09, 0.18, 0.06, 0.07 meq / 100ml for K; 24.8, 24.7, 24.6, 24.9 meq / 100ml for Ca; 24.8, 24.7, 24.6, 24.9 meq / 100ml of Mg, in T0, T1, T2 and T3, respectively. Agronomic variables were evaluated at 5, 10, 15, 20, 25 days; showing significance in plant height at 10, 15 and 20 days. With ranges of (A, AB, B).

Regarding stem diameter, leaf area, root length, significance existed throughout the measurement process and for the variable number of leaves it indicates that from day 25 with ranges of significance (A, AB, B). It is concluded that magnetised water is an important factor that shows variations in the soil and in the plant, it is recommended to carry out more studies with the application of water treated with magnetisation in different crops and different types of soil.

Keywords: Magnetised water, intensities, gross demand

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	i
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.	iv
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
INFORMACIÓN GENERAL.....	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	¡Error! Marcador no definido.
1. JUSTIFICACIÓN.	1
2. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	1
3. PROBLEMÁTICA.....	2
4. OBJETIVOS.....	3
4.1. Objetivo General.....	3
4.2. Objetivos Específicos	3
5. MARCO TEÓRICO.....	5
5.1. Amaranto.....	5
5.2. Descripción morfológica.....	5
5.2.1. La raíz.....	5
5.2.2. Tallo	6
5.2.4. Inflorescencia	6
5.2.5. Fruto	6
5.2.6. Semilla.....	6
5.3. Fenología y desarrollo del cultivo.....	7
5.3.1. Emergencia: (E).....	7
5.3.2. Fase vegetativa: (V... V 1n)	7
5.3.3. Fase reproductiva:.....	7
5.3.3.1. Inicio de panoja (R1):.....	7
5.3.3.2. Panoja (R2):.....	7
5.3.3.3. Término de la panoja (R3).....	7
5.3.3.4. Antesis (R4):.....	8
5.4. Condiciones edafoclimáticas para el desarrollo del cultivo	8
5.4.1. Precipitación.....	8
5.4.2. Suelos.....	8
5.4.3. Altitud	9
5.4.4. Temperatura.....	9
5.5. Manejo agronómico del cultivo.....	9

5.5.1. Preparación de suelo y Siembra.....	9
5.5.2. Fertilización.....	9
5.5.3. Riego.....	9
5.6. Magnetismo.....	10
5.6.1 Agua.....	10
5.6.2. Tratamiento magnético del agua para la agricultura.....	10
5.6.2. Efectos de la magnetización en las plantas.....	11
5.6.3. Efectos sobre el suelo.....	12
5.7. Boro.....	13
5.7. 1. Método de eliminación de boro por Invencción.....	13
6. MATERIALES.....	14
7. HIPÓTESIS.....	15
8. METODOLOGÍA.....	16
8.1 Ubicación del área de estudio.....	16
8.2 Factores en estudio.....	17
8.2.1. Factor A: Intensidades de Agua Magnetizada.....	17
8.3. Diseño experimental.....	17
8.4 Manejo del experimento.....	18
8.4.1. Preparación de sustrato para la siembra.....	18
8.4.2. Delimitación del área de investigación.....	18
8.4.3. Densidad de siembra.....	18
8.4.4. Riego.....	18
8.5. Variables de Respuesta.....	20
8.5.1. Agua.....	20
8.5.2. Suelo.....	20
8.5.3. Agronómicas.....	20
9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
9.1. Análisis de agua sin magnetizar y magnetizada con tres niveles de intensidad.....	23
9.2. Coeficiente del cultivo de Amaranto.....	26
9.2.1 Terminología:.....	26
9.2.2. Determinación de la demanda bruta de agua para el Cultivo de amaranto.....	26
9.2.3. Determinación de la demanda bruta de riego del Cultivo de Amaranto (Etapa crecimiento y desarrollo (kc 0,3).....	27
9.2.4. Determinación de la demanda bruta de riego del Cultivo de Amaranto (Etapa crecimiento y desarrollo (kc 0,6).....	28
9.2.5. Determinación de la demanda bruta de riego del Cultivo de Amaranto (Etapa crecimiento y desarrollo (kc 0,8).....	29
9.2.6. Determinación de la demanda bruta de riego del Cultivo de Amaranto (Etapa crecimiento y desarrollo (kc 1).....	30

9.3. Sustrato.....	31
9.4. Porcentaje de germinación.....	33
9.4.1. Prueba Tukey al 5% de porcentaje de germinación.....	33
9.5. Altura de plantas (cm).....	35
9.5.1. Prueba Tukey al 5 % de la variable altura.....	35
9.6. Diámetro de tallo (mm)	37
9.6.1 Prueba Tukey al 5% de diámetro de tallo.....	38
9.7. Número de hojas por planta.....	39
9.7.1. Prueba Tukey al 5% de número de hojas.....	39
9.8. Área foliar	41
9.8.1. Prueba Tukey al 5% área foliar.....	41
9.9. Longitud de raíz.....	43
9.9.1 Prueba Tukey al 5% de longitud de raíz.....	43
9.10. Índice de concentración de clorofila (CIC) a los 25 días.....	45
9.10.1 Prueba Tukey al 5% índice de concentración de clorofila.....	45
10. IMPACTOS.....	47
10.1. Técnicos	47
10.2. Sociales	47
10.3. Ambientales.....	47
10.4. Económicos.....	47
11. CONCLUSIONES	48
12. RECOMENDACIONES.....	49
13. BIBLIOGRAFÍA	50
14. ANEXOS	55

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Actividad por objetivo.	4
Tabla 2: Clasificación taxonómica.	5
Tabla 3: Ubicación y climatología del área de estudio.	16
Tabla 4: Factor de magnetización.	17
Tabla 5: Esquema del análisis de varianza.	17
Tabla 6: Componente nutricional del sustrato Ts 3.	19
Tabla 7: Control Fitosanitario sanitario	19
Tabla 8: Especificación técnica del imán de Mineral magnet II.	22
Tabla 9: Especificación técnica del imán de Neodimio.	22
Tabla 10: Características del agua tratada y sin tratar magnéticamente.	23
Tabla 11: Análisis de suelos antes y después de aplicar riego sin y con magnetización en diferentes intensidades.	31
Tabla 12: Análisis de varianza para porcentaje de germinación (%) de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i>) variedad INIAP- Alegría a los 5, 7, 9 días después de la siembra y bajo riego con magnetización.	33
Tabla 13: Prueba Tukey al 5%.	33
Tabla 14: Altura de planta (cm) a los 5, 10, 15, 20, 25 días después de la germinación bajo riego con magnetización.	35
Tabla 15: Prueba Tukey al 5%.	36
Tabla 16: Diámetro de tallo (mm) de las plantas a los 10, 15, 20, 25 días después de la germinación bajo riego con magnetización.	37
Tabla 17: Prueba Tukey al 5%.	38
Tabla 18: Número de hojas por planta a los 5, 10, 15, 20, 25 días después de la germinación bajo riego con magnetización.	39
Tabla 19: Prueba Tukey al 5%.	40
Tabla 20: Área foliar (cm ²) a los 5, 10, 15, 20, 25 días después de la germinación bajo riego con magnetización.	41
Tabla 21: Prueba Tukey al 5%.	42
Tabla 22: Longitud de raíz (cm) a los 5, 10, 15, 20, 25 días después de la germinación bajo riego con magnetización.	43
Tabla 23: Prueba Tukey al 5%.	44
Tabla 24: Análisis de varianza para el índice de concentración de clorofila a los 25 días después de aplicar riego sin y con tratamiento magnético.	45
Tabla 25: Prueba Tukey al 5%.	46

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1: Ubicación del invernadero de granos andinos.....	16
Figura 2: Croquis de la distribución de las 20 unidades experimentales.....	18
Figura 3: Imán mineral magnet II.....	22
Figura 4: Imán de neodimio.....	22
Figura 5: Curva de variación de la conductividad eléctrica (CE) con la aplicación de 3 intensidades de magnetización.....	23
Figura 6: Curva de variación del sodio con la aplicación del 3 intensidades de magnetización.....	23
Figura 7: Curva de variación de pH con la aplicación de 3 intensidades de magnetización.....	24
Figura 8: Curva de variación de la relación de adsorción de sodio con la aplicación de tres intensidades de magnetización.....	24
Figura 9: Curva de variación de carbonato de calcio CaCO ₃ con la aplicación de tres intensidades de magnetización.....	25
Figura 10: Curva de variación de calcio y magnesio con la aplicación de 3 intensidades de magnetización.....	25
Figura 11: Boro con agua sin y con magnetizar con tres intensidades.....	25
Figura 12: Coeficiente del cultivo Kc para Amaranthus sp.....	26
Figura 13: Curva de variación de la absorción de N-P-K con la aplicación de agua magnetizada.....	31
Figura 14: pH de con la aplicación de agua magnetizada.....	31
Figura 15: Curva de variación de la absorción de calcio y magnesio luego de aplicar riego con magnetización.....	32
Figura 16: Promedios de porcentaje de germinación (%) de amaranto (Amaranthus caudatus) variedad INIAP- Alegría a los 5, 7, 9 días después de la siembra bajo riego con magnetización.....	34
Figura 17: Promedios de altura de plantas de amaranto (Amaranthus caudatus) variedad INIAP- Alegría a los 5, 10,15, 20, 25 días después de la germinación bajo riego con magnetización.....	36
Figura 18: Promedios de diámetro de tallo de plantas de amaranto (Amaranthus caudatus) variedad INIAP Alegría a los 10,15, 20, 25 días después de la germinación bajo riego con magnetización. ...	38
Figura 19: Promedios de número de hojas de plantas de amaranto (Amaranthus caudatus) variedad INIAP- Alegría a los 5, 10,15, 20, 25 días después de la germinación bajo riego con magnetización.....	40
Figura 20: Promedios área foliar (cm ²) de plantas de amaranto (Amaranthus caudatus) variedad INIAP- Alegría a los 5, 10,15, 20, 25 días después de la germinación bajo riego con magnetización.....	42
Figura 21: Promedios longitud de la raíz de plantas de amaranto (Amaranthus caudatus) variedad INIAP- Alegría a los 5, 10,15, 20, 25 días después de la germinación bajo riego con magnetización.....	44
Figura 22: Promedios de índice de concentración de clorofila a los 25 días.....	46

ÍNDICE DE ANEXOS.

Anexo 1: Resultado del análisis químico del suelo sin y con tratamiento magnético.....	55
Anexo 2: Resultado del análisis químico del agua antes de comenzar el ensayo experimental.	56
Anexo 3: Resultados del análisis de muestra de agua con la magnetización.	57
Anexo 4: Actividades preparación y llenado de fundas.	58
Anexo 5: Siembra y colocación de las fundas en sus sitios experimentales.....	59
Anexo 6: Riego micro aspersión	60
Anexo 7: Equipo de magnetización	60
Anexo 8: Colocación de letreros para las unidades experimentales	61
Anexo 9: Medición de variables de campo.....	61
Anexo 10: Materiales utilizados para medir las variables.....	63
Anexo 11: Riego Manual.....	63
Anexo 12: Crecimiento de las plantas.....	81
Anexo 13: Método de Oudin para cálculo de evapotranspiración potencial	83
Anexo 14: Porcentaje de germinación.....	83
Anexo 15: Altura de tallo.....	84
Anexo 16: Diámetro.....	85
Anexo 17: Área foliar.....	86
Anexo 18: Número de hojas.....	87
Anexo 19: Longitud de raíz.....	88
Anexo 20: Índice de concentración de clorofila	89

1. JUSTIFICACIÓN.

Según la (Fao, 2002) la agricultura es la actividad que más demanda de agua dulce tiene, representado alrededor de 69% de toda la extracción, el uso doméstico alcanza el 10% y la industria el 21%, existe una gran preocupación por el alto desperdicio del agua que se presenta en los diferentes sectores económicos y sociales que la utilizan, según (Martinez, 2003) el uso de campos magnéticos se han estudiado y ejecutado en el sector agrario, mostrando resultados positivos, en cuanto a la germinación, crecimiento y rendimiento productivo en diferentes cultivo. El sector agrícola tiene presenta grandes desafíos para producir más alimentos, estudiando métodos sencillos que permitan aumentar el rendimiento de cultivos por unidad de área, usando opciones ecológicas que brinden a la agricultura ventajas aumentar los rendimientos de producción y la conservación de recursos naturales (Fao, 2002).Esta propuesta de investigación está enfocada al evaluar el efecto de agua magnetizada en plantas de amaranto en la etapa fenológica de crecimiento mediante la reducción de la dureza mediante un proceso de magnetización del agua obtenida del canal Latacunga- Salcedo- Ambato para ser utilizada para riego en el Campus Experimental Académico Salache.

2. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

2.1 Beneficiarios directos.

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

2.2 Beneficiarios indirectos.

Los beneficiarios indirectos los consumidores de amaranto.

3. PROBLEMÁTICA

La provincia de Cotopaxi en los últimos años se ha visto afectaciones sensibles al suelo y a los diversos cultivos debido a la mala calidad del agua, la provincia de Cotopaxi en los próximos años extenderá a 161 000 hectáreas de superficie regada, esta provincia posee canales de riego que abastecen de este recurso a varios lugares, el Campus Experimental Académico Salache utiliza el agua del canal Latacunga-Salcedo-Ambato en la actividad agrícola-pecuaria, sin un previo análisis de la misma, está a través de todo el recorrido va acarreando múltiples elementos químicos que le dan propiedades fisicoquímicas negativas como salinidad y la dureza (Zamora, 2009), en diferentes análisis de agua realizado por (Taípe, et al, 2013) muestran que esta agua posee una dureza promedio de 298mg/l y en análisis realizados en el año 2019 por (Chicaiza.et al, 2019) se muestra que el agua presenta una dureza de 308,8 mg/l catalogándola como muy dura para ser usada para la agricultura, el principal problema producido por el riego continuo, es la acumulación de sales en las capas superiores del suelo, lo que dificulta o impide el crecimiento de las plantas causando diferentes limitaciones como la absorción de nutrientes esenciales para la nutrición de las plantas, el exceso de sales minerales causan toxicidad, la formación de incrustaciones causan un desequilibrio de propiedades físico químicas del suelo (aireación y la permeabilidad, pH, conductividad eléctrica, tensión superficial) disminuyendo los rendimientos de producción de los cultivos.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

- ✓ Evaluar el efecto del agua magnetizada en plantas de Amarantho (*Amaranthus caudatus*) variedad INIAP-Alegría en la etapa fenológica de crecimiento en Salache- Cotopaxi.

4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Analizar los cambios de los parámetros químicos que se producen en el agua con la magnetización.
- ✓ Determinar la demanda neta del agua magnetizada para el cultivo de amaranto.
- ✓ Analizar los cambios de los parámetros químicos que se produce en el sustrato con el uso agua magnetizada.
- ✓ Caracterizar el comportamiento agronómico de las plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad INIAP-Alegría en la etapa fenológica de crecimiento con la aplicación del agua magnetizada.

Tabla 1: Actividad por objetivo.

OBJETIVO	ACTIVIDAD	RESULTADO	MEDIO DE VERIFICACIÓN
1.- Analizar los cambios de los parámetros químicos que se producen en el agua con la magnetización	-Toma de muestras de agua sin y con magnetización. -Envío de muestras al laboratorio. Análisis de e interpretación de resultados	Análisis interpretados.	Fotografías. Libro de campo.
2.- Determinar la demanda neta del agua magnetizada para el cultivo de amaranto.	-Calcular la necesidades hídricas del amaranto, y determinar el volumen a aplicar	Cantidad de agua requerida.	Libro de campo Fotografías
3.- Analizar parámetros químicos que se produce en el suelo con la aplicación agua magnetizada	-Toma de muestras al final de ensayo -Envío de muestras al laboratorio. -Analizar los cambios en las variables de pH, absorción de nutrientes.	Análisis interpretados.	Fotografías. Libro de campo.
4.- Caracterizar el comportamiento agronómico de las plantas de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i>) variedad Iniap-Alegría con la aplicación del agua magnetizada.	Siembra. Riego Medición de las variables agronómicas. -Días a la germinación -Altura de planta. -Diámetro de tallo. -Longitud de la raíz. -Número de hojas -Área foliar -Índice de concentración de clorofila	Mostrar las variaciones entre agua magnetizada y sin magnetizar	Fotografías Libros de campo

Fuente: El autor.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. Amaranto

Según (Bastidas, 2017) el amaranto es un cultivo originario de Sudamérica, este cultivo se le sigue cultivando en países como Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina en zonas que van desde el nivel del mar hasta los 3000 metros sobre el nivel del mar, según (Saavedra, 2019) posee una gran diversidad por el color, semilla, precocidad, contenido proteico y resistencia a plagas y enfermedades.

Tabla 2: Clasificación taxonómica.

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

Fuente: (Mujica, 1997)

5.2. Descripción morfológica.

5.2.1. La raíz

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

5.2.2. Tallo

Tallo es anguloso y en forma de cilindro, posee gruesas estrías longitudinales que le dan una apariencia acanalada y llega a alcanzar de 0,4 a 3 m de longitud” (Vibrans, 2008), el grosor disminuye desde la base al ápice, muestra varias coloraciones que coincide con el color de las hojas, a veces se observa estrías de diferentes colores (Vibrans, 2008), también presenta ramificaciones que va desde la base o a media altura y que se producen de las axilas de las hojas (Vibrans, 2008), la cantidad de ramificaciones es dependiente de la densidad de población en la que se esté el cultivo. (Jiménez, 2017)

5.2.3. Hojas

Se muestran hojas pecioladas, de forma ovalada y sin estípulas, elíptica (Vibrans, 2008) opuesta o alterna con nervaduras prominentes en el envés, lisas o poco pubescentes de color verde o púrpura el tamaño se reduce de la base al ápice, exhibiendo el borde entero, de tamaño varía de 6,5-15 cm. (Zuñiga, 2017)

5.2.4. Inflorescencia

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

5.2.5. Fruto

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

5.2.6. Semilla

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

5.3. Fenología y desarrollo del cultivo

5.3.1. Emergencia: (E)

Es la fase en la cual las plántulas emergen del suelo y muestran sus dos cotiledones extendidos y en el surco se observa por lo menos un 50% de población en este estado. Las hojas verdaderas que están sobre los cotiledones indican un tamaño inferior a 2 cm de largo. Este periodo puede extenderse de 8 a 21 días dependiendo la variabilidad de las condiciones agroclimáticas”. (Illescas, 2017)

5.3.2. Fase vegetativa: (V...V 1n)

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

5.3.3. Fase reproductiva:

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

5.3.3.1. Inicio de panoja (R1):

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

5.3.3.2. Panoja (R2):

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

5.3.3.3. Término de la panoja (R3):

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

5.3.3.4. Antesis (R4):

Siquiera una flor está abierta y se indica que los estambres están apartados y el estigma se muestra visible por completo. Las flores hermafroditas, se abren primero y por lo general la antesis comienza desde el punto medio del eje central hacia las ramificaciones laterales de la panoja (Chagaray, 2005). Existe sensibilidad en esta etapa a las heladas y al estrés hídrico (FAO, 2019). Este período puede ser dividido en sub períodos, de acuerdo a la cantidad de flores del que se encuentran en el eje medio de la panoja que finalizado la antesis, la etapa sería en R4.2 con el 50%. (Montellano, 2014) La floración debe observarse a medio día ya que en horas de la mañana y al atardecer las flores se encuentran cerradas; durante esta etapa las hojas más viejas y de menor eficiencia fotosintética comienzan a caer. (Huillca, 2013)

5.4. Condiciones edafoclimáticas para el desarrollo del cultivo

5.4.1. Precipitación.

El amaranto se desarrolla con normalidad con precipitaciones que varía de 400 – 2000 mm de precipitación anual, este cultivo tiene la capacidad de resistir adecuadamente períodos de déficit hídrico (Illescas, 2017). En pruebas de adaptación realizadas en diferentes localidades y años, se encontró que esta variedad no es exigente en humedad; se considera que con 400 a 600 mm de precipitación anual se logra obtener cultivos rentables, sin embargo las épocas fisiológicas críticas de requerimiento de humedad son en la siembra, el apareamiento de las dos primeras hojas verdaderas, entre el panojamiento y la floración y, durante la formación de granos. (Monteros J, et al, 1994).

5.4.2. Suelos.

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

5.4.3. Altitud.

El cultivo de Amarantho se adapta desde el nivel del mar hasta los 2800 m.s.n.m. (Saavedra, 2013), las altitudes más aptas para el cultivo estarían situadas entre 2000 y los 2600 m.s.n.m. (Monteros J, et al, 1994), en localidades donde no existe la presencia de heladas se puede sembrar a mayor altitud, no se recomienda la siembra en lugares con una altitud superior a los 3200 m.s.n.m., puesto que puede ser afectada por las bajas temperaturas. (Illescas, 2017).

5.4.4. Temperatura.

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

5.5. Manejo agronómico del cultivo.

5.5.1. Preparación de suelo y Siembra.

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

5.5.2. Fertilización.

Se debe comenzar realizando un análisis químico de suelo, y si no se dispone se recomienda realizar un fertilización general de 10-60-20 kg/ha N-P2O5-K2O y de 2 a 5 ton/ha de materia orgánica (Peralta, 2010).

5.5.3. Riego.

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

El número y frecuencia de riegos cambia dependiendo con el tipo de suelo y las condiciones climáticas. En temporada de verano puede ser obligatorio regar cada 30 días, con énfasis al proceso de floración y llenado de grano. (Zuñiga., 2017.,Pág, 15)

5.6. Magnetismo.

El magnetismo es un fenómeno físico estrechamente ligado a la electricidad (Albys, et al, 2019) en la tierra el magnetismo varia de 0,4 a 0,6 mt (Militeslas), la variación depende de la altitud, época del año y actividad solar(Córdova, 2019, pag. 22), por lo que los materiales ejercen fuerzas de atracción o repulsion a otros materiales.(Quiala, 2010).

Se ha descubierto que las células de varios microorganismos contienen de 0,5 a 2 % de magnetita, la cual es usada para la orientación en sus movimientos. (Córdova, 2019)

5.6.1 Agua.

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

5.6.2. Tratamiento magnético del agua para la agricultura.

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

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

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

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

La altura de plantas de tomate cultivadas con tratamientos magnéticos (semillas o agua de riego) los análisis muestran que el porcentaje de fósforo se elevó, mientras tanto, el porcentaje de azufre bajo y el porcentaje de sodio no se vio afectada en hojas de plantas producidas a partir de tratamientos magnetizados (Abou El-Yazied, et al, 2012).

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

5.6.2. Efectos de la magnetización en las plantas.

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

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

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

Varios investigadores aseguran que esto se debe a cambios que se producen en la “permeabilidad de las membranas y en la delicadeza de los mecanismos de transporte a través

de las mismas, ya que muchos de los iones se involucran en los procesos bio-eléctricos son transportados muy eficientemente en presencia de un campo electromagnético” (Heredia, et al, 2009)

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

Mientras que destacan la influencia de campos magnéticos a nivel celular, (Goodman, et al, 1995) donde ocurre un aumento de la permeabilidad de la membrana plasmática y transformaciones de células apicales dependiendo de la intensidad del campo magnético.

5.6.3. Efectos sobre el suelo

Los campos magnéticos inducen y aceleran la acción de los microorganismos benéficos del suelo; recuperando suelos que son impresionantemente causados por la excesiva cantidad de sales, mediante procesos químicos y biológicos. Además se usó para prolongar la descomposición mineral de distintas materias orgánicas (Zúñiga, (2016)

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

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

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

5.7. Boro.

Puede causar toxicidad cuando se encuentra en altas concentraciones, los diversos cultivos pueden ser muy sensibles (< 0,5 mg/l): sensibles (0,50 - 0,75 mg/l), moderadamente sensibles (1,00 - 2,00 mg/l), moderadamente tolerantes (2,00 - 4,00 mg/l), (4,00 - 6,00 mg/l), muy tolerantes (6,00 - 15,00 mg/l). (Albornoz., 2009)

El boro se muestra en forma de anión borato, soluto difícil de mover mediante métodos de desalinización (Albornoz., 2009).

5.7. 1. Método de eliminación de boro por Invención.

Para la eliminación del Boro del agua mediante el uso de arcillas, puesto que por su alta superficie específica, su alta porosidad y a su carga eléctrica, las partículas arcillosas son capaces de absorber agua y otros compuestos polares así como fijar e intercambiar cationes con el medio. Este procedimiento resulta más sencillo, rápido y económico que los descritos en el estado de la técnica actual (Mujal., 2009).

6. MATERIALES

Materiales Físicos

- ✓ Fundas plásticas
- ✓ Sustrato
- ✓ Magnetizadores
- ✓ Flexómetro
- ✓ Calibrador pie de rey
- ✓ Bomba de fumigar
- ✓ Silicona
- ✓ Palillos
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Libro de Campo
- ✓ Plástico blanco.

Químicos

- ✓ Insecticidas.
- ✓ Funguicidas.

Etológicos

- ✓ Trampas color Amarillo.
- ✓ Aceite
- ✓ Miel

Biológicos

- ✓ Semillas de Amaranto

Equipos de Laboratorio

- ✓ Balanza digital
- ✓ Calibrador

Programas de análisis.

- ✓ Excel
- ✓ Programa estadístico Infostat

7. HIPÓTESIS

H.0.: La magnetización no producirá cambios en los parámetros químicos de agua.

H.1.: La magnetización producirá cambios en los parámetros químicos de agua.

H.0.: La aplicación de agua magnetizada no producirá cambios en los parámetros químicos del sustrato.

H.1.: La aplicación de agua magnetizada producirá cambios en los parámetros químicos del sustrato.

H.0.: El agua magnetizada no producirá efectos en las plantas de Amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad INIAP-Alegría en la etapa fenológica de crecimiento.

H.1.: El agua magnetizada si producirá efectos en las plantas de Amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad INIAP-Alegría en la etapa fenológica de crecimiento.

8. METODOLOGÍA.

8.1 Ubicación del área de estudio

La investigación se realizó Centro Experimental Académico Salache (CEASA).
Invernadero del proyecto de Granos Andinos; Como se detalla en la tabla número 3

Tabla 3: Ubicación y climatología del área de estudio.

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

Fuente: Carrera de Ingeniería Eléctrica, (2019) adaptado por el autor



Figura 1: Ubicación del Invernadero de Granos A

Fuente: Google Earth Pro

8.2 Factores en estudio.

8.2.1. Factor A: Intensidades de Agua Magnetizada.

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 4: Factor de magnetización.

N° de Tratamientos	Magnetización	Descripción
T1	A1	Agua magnetizada Intensidad 1000 Gauss.
T2	A2	Agua magnetizada Intensidad 3000 Gauss.
T3	A3	Agua magnetizada Intensidad 5000 Gauss.
T0	TESTIGO	Agua sin magnetizar.

Fuente: El autor.

8.3. Diseño experimental

En la investigación se manejó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con 4 tratamientos y 5 repeticiones, obteniendo un total de 20 unidades experimentales.

Tabla 5: Esquema del análisis de varianza.

Fuente de Variación	Grados de libertad
Total	19
Tratamientos	3
Repeticiones	4
Error experimental	12

Fuente: El autor.

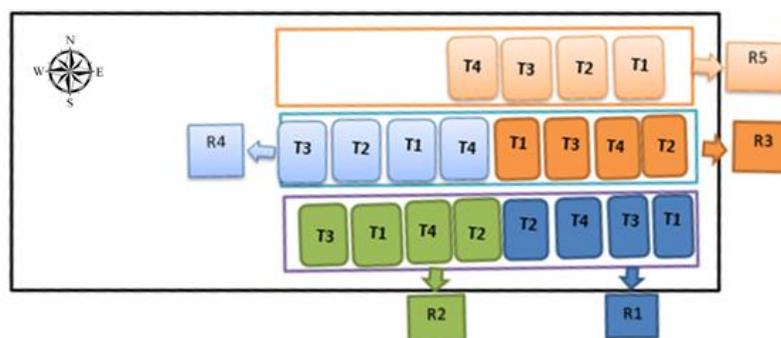


Figura 2: Croquis de la distribución de las 20 unidades experimentales.
Fuente: El autor.

8.4 Manejo del experimento.

8.4.1. Preparación de sustrato para la siembra.

Se llenaron fundas de 12 x 8 cm con el sustrato Klastmann T3, se llenaron un total de 300 fundas.

8.4.2. Delimitación del área de investigación.

Se colocaron 15 fundas por cada unidad experimental, se situaron fundas grandes en cada tratamiento para evitar la contaminación con el riego.

8.4.3. Densidad de siembra

Se ubicó de 5 a 6 semillas por cada funda, en el número total de plantas requeridas para el ensayo de investigación fue de 300 de las cuales se restaron en cada toma de datos.

8.4.4. Riego

La frecuencia del riego se realizó a diario desde el comienzo hasta el final de la investigación. La lámina de riego aplicada depende del K_c y fenología, el cual para la primera etapa fenológica es $(1.03 \text{ l m}^2/\text{día})$ y en la etapa pre panojamiento se aplicó $(3.43 \text{ l/m}^2/\text{día})$, para el suministro de la misma se empleó el método de riego por micro aspersion con una eficiencia del 60 %. Se estableció que la aplicación del agua de riego sea en las horas de la mañana desde las 9:00 hasta las 11:00 horas.

En la tabla 6 se muestra el contenido nutricional del sustrato usado para la investigación

Tabla 6: Componente nutricional del sustrato Ts 3.

Nutriente	Cantidad
pH	5.6
Estructura	0-25MM
NPK	1.5
Cenizas	1-6
Fosforo total	160ppm de Sustrato
Magnesio	100 ppm de Sustrato
Nitrógeno	140 ppm de Sustrato
Potasio	180 ppm de Sustrato
Materia orgánica	94-99

Fuente: (AgroGowShop., 2019)

Tabla 7: Control Fitosanitario sanitario

Producto	Dosis	Control
Thiofin	0,12 g/litro cada 7 días	Damping of(Pythium sp, Fusarium sp, Rizocthonia sp.
Hortisec	0,5 g/l	Mosca Blanca
Trampas amarillas	2/ repetición	Mosca blanca

Fuente: El autor.

8.5. Variables de Respuesta.

8.5.1. Agua

✓ **Cantidad demandada (metros cúbicos)**

Se calculará la cantidad de agua demandada en m³, contabilizando los litros utilizados en el riego, esta actividad se lo llevara a cabo a los 25 días de la germinación.

✓ **Parámetros químicos del agua**

Se interpretara los análisis de laboratorio, en relación a los componentes químicos de la dureza.

8.5.2. Suelo.

✓ **pH.**

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

✓ **Parámetros químicos del sustrato**

Se interpretara los análisis de laboratorio, en relación a los nutrientes.

8.5.3. Agronómicas.

✓ **Porcentaje de germinación.**

Se contabilizará el número de plantas emergidas, esta actividad se lo realizara pasando un día.

$$\text{Porcentaje de germinación} = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número de semillas totales}} * 100$$

✓ **Altura de planta (cm)**

Se tomara en centímetros utilizando un flexómetro, realizando la medición desde el cuello de la planta hasta el ápice, esta actividad de medición se la llevara a cabo cada 5 días.

✓ **Diámetro de tallo (cm)**

Se medirá en centímetros utilizando un calibrador pie de rey, realizando la medición desde el cuello de la planta en el primer entre nudo desarrollado, esta actividad de medición se la llevara a cabo cada 5 días.

✓ **Longitud de la raíz.(cm)**

Se medirá la raíz en centímetros utilizando un flexómetro, realizando la medición desde el cuello de la planta hasta la cofia de la raíz, esta actividad de medición se la llevara a cabo cada 5 días mediante un muestreo destructivo.

✓ **Numero de hojas.**

Se contara el número total de las hojas de cada planta, esta medición se la llevara a cabo cada 5 días.

✓ **Área foliar en cm².**

Se calculará el área foliar utilizando el método del punto, para la selección de las hojas se usará el método de selección de plantas al azar, se medirá esta acción de lo llevara a cabo cada 5 días, luego de la germinación.

✓ **Clorofila**

Se medirá el porcentaje de clorofila utilizando el equipo de medición el ccm 200 plus, se medirá en CCI, para la selección de las hojas se usara el método de selección de plantas al azar, al final del ensayo.

8.6. Características de los imanes usados para la investigación.

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

El primer Imán Mineral tiene la forma de un prisma los imanes están dentro de la base de polietileno como se muestra en la (Tabla 8), el segundo imán de Neodimio tiene forma de cubo que contiene dos imanes de neodimio, cada imán está colocado de a base de polietileno (Tabla 9).

Tabla 8: Especificación técnica del imán de Mineral magnet II.

Producto	Especificación
Peso	454 g
Dimensiones	11,4 x 14 x 6,4 cm
Intensidad	2000 Gauss

Figura 3: Imán mineral magnet II.



Fuente: el autor

Fuente: el autor

Tabla 9: Especificación técnica del imán de Neodimio.

Producto	Especificación
Peso	354
Dimensiones	10x10x5
Intensidad	1000 Gauss

Figura 4: Imán de neodimio.



Fuente: el autor

Fuente: el autor.

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

9.1. Análisis de agua sin magnetizar y magnetizada con tres niveles de intensidad.

En la tabla 10 se muestra la variación que existe en el agua de riego del Centro Académico Experimental Salache con la aplicación de tratamientos magnéticos en diferentes intensidades, mostrando que existe cambios en las propiedades químicas a comparación del agua sin tratar, se indica que hay disminución en sus valores iniciales en minerales como; Ca, Mg, Na, SO_4^{2-} , Dureza- $CaCo_3$ mientras que los minerales tienden a subir su valor inicial en los minerales CO_3^{2-} , Cl, Bo, pH, CE, relación de adsorción de sodio (RAS).

Tabla 10: Características del agua tratada y sin tratar magnéticamente.

Parámetros	(T0)	1000 Gauss (T1)	3000 Gauss (T2)	5000 Gauss (T3)
Calcio (Ca) (mg/l)	44,76	31	33	31
Magnesio (Mg) (mg/l)	47,88	40	41	40
Sodio (Na) (mg/l)	96,23	82,4	72	68
Potasio(K)	13,52	13,7	13,6	13,1
HCO_3^{2-} (mg/l)	370,9	377,2	383,7	377,2
Cloro (Cl)	69,5	57,1	58,22	56,80
SO_4^{2-} (mg/l)	161,8	110,9	126,6	123,7
Boro (Bo) (mg/l)	0,9	8,6	8,7	8,2
pH	7,74	8,45	8,44	8,5
Conductividad eléctrica (ds/m)	1,04	1,26	1,27	1,29
RAS	2,4	2,34	2,83	2,7
Dureza(mg/l- $CaCo_3$)	308,8	235,4	122	120,3

Fuente: (INIAP, 2019)

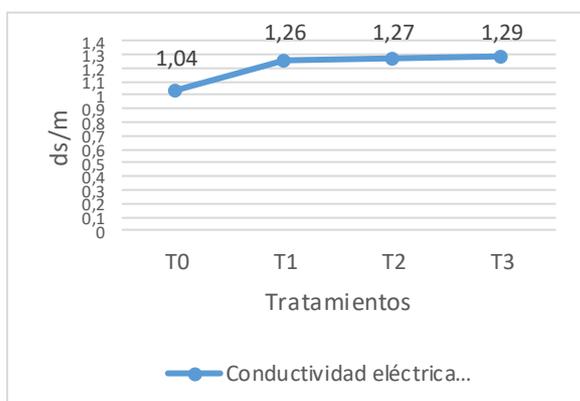


Figura 5: Curva de variación de la conductividad eléctrica (CE) con la aplicación de 3 intensidades de magnetización.

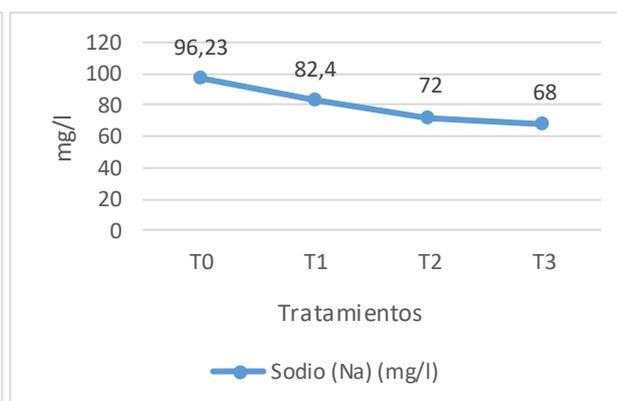


Figura 6: Curva de variación del sodio con la aplicación de 3 intensidades de magnetización.

En la Figura 5 muestra que existe variación en el parámetro conductividad eléctrica con la aplicación de los campos magnéticos aumentando su valor de 1,04 que es del agua sin tratar (testigo) hasta 1,29 ds/m que es el tratamiento de mayor intensidad, se relaciona los parámetros que estipula la Norma de Calidad Ambiental y uso de descarga de efluente recurso agua con el criterio de calidad admisible para aguas de uso agrícola y se le califica entre un rango ligero y moderado que vas desde 07 a 3 ds/m. El incremento de la conductividad eléctrica se debe al tiempo que el agua es sometida al campo magnético (Pang, 2012) las variaciones en el efecto obtenido dependerá del tipo de agua que se está utilizando, es decir, que cantidad de sales se encuentran disueltas en el agua (Mohamed, 2013). (De la Cruz, et al, 2011). (Heredia., consultado 2020) Considera que, a medida que se eleva la concentración salina del agua (CE) de riego, baja el riesgo de sodificación como se muestra en la Figura 6 por consiguiente se mantiene la estabilidad coloidal, no produciendo efecto negativo sobre la infiltración.

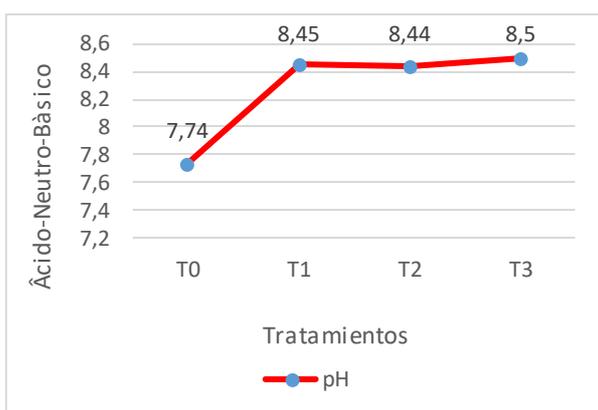


Figura 7: Curva de variación de pH con la aplicación de 3 intensidades de magnetismo.

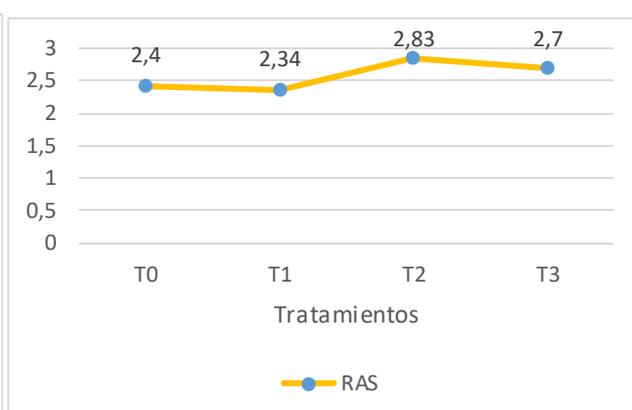


Figura 8: Curva de variación de la relación de adsorción de sodio con la aplicación de tres intensidades de magnetismo

Mediante la aplicación de tratamiento magentico sobre el agua se menciona que hay variaciones en los parámetros químicos de la misma donde se indica que hay variación en el pH como se muestra en la Figura 7, elevando su valor inicial debido al tiempo que se le somete el agua al campo magnético (Wang, et al, 2014) entrando en los niveles que la Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes recurso agua que estipula que se puede regar con agua que tiene un pH desde 6 hasta 9.

En la figura 8 en la curva de relación en adsorción de sodio se muestra mediante la aplicación tiende a elevarse 2.4 hasta 2.83, Según el laboratorio U.S citado por (Acosta, et al, 2017) indica que de 0-10 existe una baja peligrosidad, por lo que consierne es apta para riego.

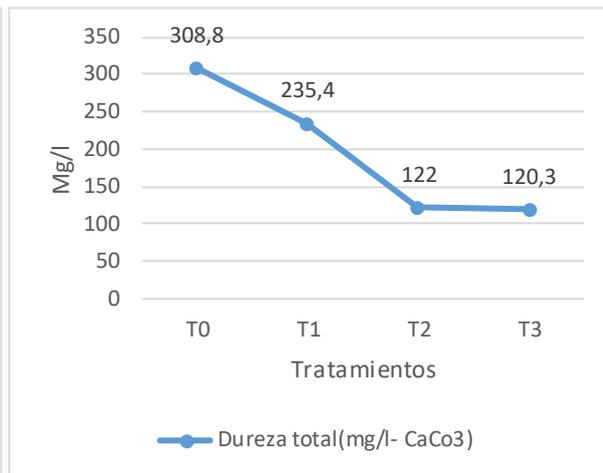
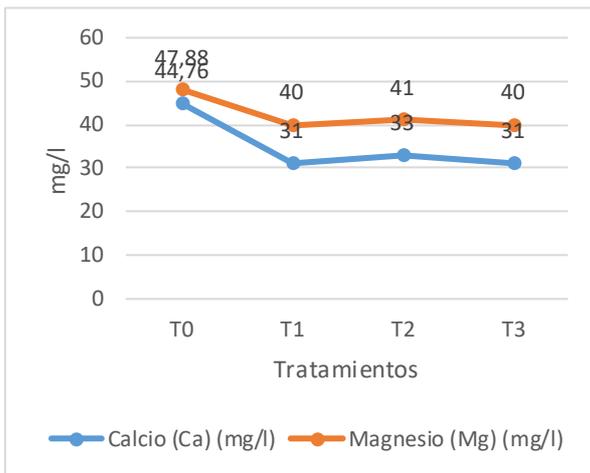


Figura 9: Curva de variación de calcio y magnesio con la aplicación de 3 intensidades de magnetismo.

Figura 10: Curva de variación de carbonato de calcio CaCO3 con la aplicación de tres intensidades de magnetismo.

De acuerdo a los resultados realizados en el laboratorio sobre dureza de las muestras de agua se nota que el componente CaCO₃ se reduce considerablemente con la aplicación de tratamientos magnético de un valor promedio de 308.8 a un valor de 120.3 mg/l lo que interpreta el laboratorio de analisis de agua, planta suelo de la estacion experimental Santa Catalina que de agua muy dura baja a agua medianamente dura.

De la misma manera se observa que el contenido de calcio y magnesio antes de que el agua magnetizada se encuentra sobre un rango mayor a 44mg/l y como la magnetización se redujo de en un intervalo que va de 30 a 40. Mgl



Figura 11: Boro con agua sin y con magnetizar con tres intensidades.

En la Figura 11 de muestra que los niveles de boro son altos, realizando una comparación con la norma de calidad ambiental y de uso de descarga de efluentes y recursos agua en el criterio de calidad admisible para aguas de uso agrícola mostrando que los el elemento boro debe

estar en un promedio inferior a 1mg/l determinando que puede causar toxicidad si el cultivo es susceptible.

9.2. Coeficiente del cultivo de Amaranto

En la figura número 5 se muestra el coeficiente del cultivo (kc) en sus diferentes etapas fenológicas del cultivo de amaranto indicando que a medida que el cada etapa fenologica cambia se necesita proveer de un volumen incrementado de agua.

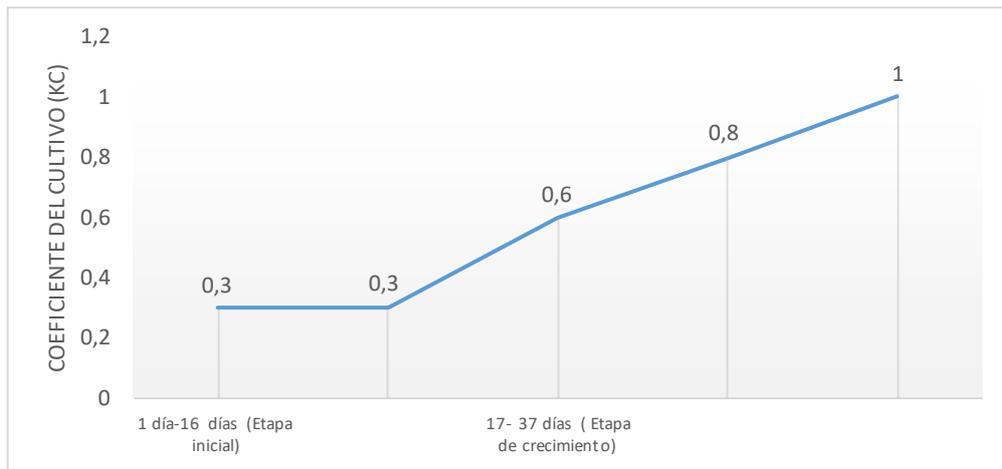


Figura 12: Coeficiente del cultivo Kc para Amaranthus sp.
Fuente: (Illescas, 2017)

9.2.1 Terminología:

ETo: Evapotranspiración potencial.

Kc: Coeficiente del cultivo.

Ef: Eficiencia de riego.

ETc: Evapotranspiración del cultivo

Nº/m²: Número de aspersores por metro cuadrado

9.2.2. Determinación de la demanda bruta de agua para el Cultivo de amaranto

Calculo del Evapotranspiración mediante el método de Oudin:

$$\text{Radiación global } 345.88 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2} / \text{día} = 139.54 \text{mm} / \text{día}.$$

$$\text{Eto mes de máximo requerimiento} = 0.0135 * (\text{Temperatura} + 17.78) * \text{Radiación global (Hargreaves \& Samani, 1985)}$$

Radiación global (Hargreaves & Samani, 1985)

$$\text{Eto mes de máximo requerimiento} = 0.0135 * (15.1\text{C}^\circ + 17.78) * 139.54 \frac{\text{mm}}{\text{día}}$$

$$\text{Eto mes de máximo requerimiento} = 61.86 \frac{\text{mm}}{\text{mes}}$$

9.2.3. Determinación de la demanda bruta de riego del Cultivo de Amarantho (Etapa crecimiento y desarrollo (kc 0,3)).

$$Eto = 61,86 \frac{mm}{mes}$$

Kc = 0,3 (según la figura de *Coefficiente del cultivo Kc para Amaranthus sp.*)

$$Etc = Eto \cdot kc$$

$$Etc = 18,558 \frac{mm}{mes} \rightarrow Etc = 0,61 \frac{mm}{día}$$

Necesidad bruta.

$$Nb = Etc / Er.$$

$$Nb = (0,61 \text{ mm/día}) / (0,60\%)$$

$$Er = 0,60\%$$

$$Nb = 1,03 \text{ mm/día o litros/m}^2 / \text{ día.}$$

$$Nb = 1,03 \text{ mm/día} * 16 \text{ días}$$

$$Nb = 16,48 \text{ mm} * 10$$

$$Nb = 164,8 \text{ m}^3 / 16 \text{ días.}$$

Nº de aspersores

Datos:

Nº de microaspersores por metro cuadrado = 1

Distancia:

Entre planta: 0.10 cm.

Entre hilera: 0.10 cm.

Numero de aspersores por metro cuadrado / distancia entre hilera* distancia entre planta.

Tiempo de riego.

Datos

Caudal del micro aspersor	5 l/min
Número de micro aspersores /m ²	1
Número de emisores	1
Constante	60

Tiempo de riego = (l/m²/día* Nº de aspersores por metro² / caudal del aspersor* número de emisores)*60

Tiempo de riego = ((1,03 l/m²/día* 1 microaspersor/ metro²) / (5 l/min. 1))*60

Tiempo de riego = 12 minutos, 37 segundos

9.2.4. Determinación de la demanda bruta de riego del Cultivo de Amaranto (Etapa crecimiento y desarrollo (kc 0,6).

$$Eto=61,86 \frac{mm}{mes}$$

Kc= 0,6 (según la figura de *Coefficiente del cultivo Kc para Amaranthus sp.*)

$$Etc= Eto.kc$$

$$Etc= 37,11 \frac{mm}{mes} \rightarrow Etc= 1,23 \frac{mm}{día}$$

Necesidad bruta.

$$Nb= Etc/ Er.$$

$$Nb= (1,23 mm/día)/(0,60\%)$$

$$Er= 0,60\%$$

$$Nb= 2,06 mm/día o litros/m²/ día.$$

$$Nb= 2,06 mm/día* 7 días$$

$$Nb= 14,42 mm*10$$

$$Nb=144,2 m^3$$

Nº de aspersores

Datos:

Nº de microaspersores por metro cuadrado =1

Distancia:

Entre planta: 0,10

Entre hilera: 0,10

Numero de aspersores por metro cuadrado / distancia entre hilera* distancia entre planta.

Tiempo de riego.

Datos

Caudal del micro aspersor	5 l/min
Número de micro aspersores /m ²	1
Número de emisores	1
Constante	60

Tiempo de riego = (l/m²/día* Nº de aspersores por metro² / caudal del aspersor* número de emisores)*60

Tiempo de riego = ((2,06 l/m²/día* 1 micro aspersor/ metro²) / (5 l/min. 1))*60

Tiempo de riego =25 minutos, 14 segundos.

9.2.5. Determinación de la demanda bruta de riego del Cultivo de Amarantho (Etapa crecimiento y desarrollo (kc 0,8).

$$Eto = 61,86 \frac{mm}{mes}$$

Kc = 0,8 (según la figura de *Coefficiente del cultivo Kc para Amaranthus sp.*)

$$Etc = Eto \cdot kc$$

$$Etc = 49,48 \frac{mm}{mes} \rightarrow Etc = 1,64 \frac{mm}{día}$$

Necesidad bruta.

$$Nb = Etc / Er.$$

$$Nb = (1,64 \text{ mm/día}) / (0,60\%)$$

$$Er = 0,60\%$$

$$Nb = 2,74 \text{ mm/día o litros/m}^2 / \text{ día.}$$

$$Nb = 2,74 \text{ mm/día} * 7 \text{ días}$$

$$Nb = 19,18 \text{ mm} * 10$$

$$Nb = 191,8 \text{ m}^3$$

Nº de aspersores

Datos:

Nº de microaspersores por metro cuadrado = 1

Distancia:

Entre planta: 0,10

Entre hilera: 0,10

Numero de aspersores por metro cuadrado / distancia entre hilera* distancia entre planta.

Tiempo de riego.

Datos

Caudal del micro aspersor	5 l/min
Número de micro aspersores /m ²	1
Número de emisores	1
Constante	60

Tiempo de riego = (l/m²/día* Nº de 1 micro aspersores por metro² / caudal del aspersor* número de emisores)*60

Tiempo de riego = ((2,74 l/m²/día* 1 micro aspersor/ metro²) / (5 l/min. 1))*60

Tiempo de riego = 33 minutos, 39 segundos.

9.2.6. Determinación de la demanda bruta de riego del Cultivo de Amaranto (Etapa crecimiento y desarrollo (kc 1).

$$Eto=61,86 \frac{mm}{mes}$$

Kc= 1 (según la figura de *Coficiente del cultivo Kc para Amaranthus sp.*)

$$Etc= Eto.kc$$

$$Etc= 61,86 \frac{mm}{mes} \rightarrow Etc= 2,06 \frac{mm}{día}$$

Necesidad bruta.

$$Nb= Etc/ Er.$$

$$Nb= (2,06 mm/día)/(0,60\%)$$

$$Er= 0,60\%$$

$$Nb= 3,43 mm/día \text{ o litros/m}^2/ \text{ día.}$$

$$Nb= 3,43 mm/día * 7 días$$

$$Nb= 24,01 mm*10$$

$$Nb=240,1 m^3$$

Nº de aspersores

Datos:

Nº de microaspersores por metro cuadrado =1

Distancia:

Entre planta: 0,10

Entre hilera: 0,10

Numero de aspersores por metro cuadrado / distancia entre hilera* distancia entre planta.

Tiempo de riego.

Datos

Caudal del micro aspersor	5 l/min
Número de micro aspersores /m ²	1
Número de emisores	1
Constante	60

Tiempo de riego = (l/m²/día* Nº de 1 micro aspersores por metro² / caudal del aspersor* número de emisores)*60

Tiempo de riego = ((3,43 l/m²/día* 1 micro aspersor/ metro²) / (5 l/min. 1))*60

Tiempo de riego =41 minutos, 24 segundos.

En los resultados del calculo de demanda bruta de agua se obtuvo un valor de 74 m³ para el proceso que duro 37 días, Según (Monteros J, et al, 1994) el cultivo de amaranto necesita de 400 a 600 mm para todo su ciclo fenológico.

9.3. Sustrato.

En la Tabla 11 se muestra que existe variación en los componentes analizados del sustrato, las variables que fueron analizadas pH, NH₄, P, K, Ca, Mg, relación Ca- Mg, relación Mg-Ca, relación Ca + Mg / Na y suma de bases donde se indica que existe aumento y disminución de valores después de ser regado con agua sin tratar magnéticamente y agua tratada con 3 intensidades.

Tabla 11: Análisis de suelos antes y después de aplicar riego sin y con magnetización en diferentes intensidades.

Parámetros	Sustrato inicial	T0	T1	T2	T3
Ph	5,6	5,89	6,01	6,06	5,89
NH ₄ (ppm)	140	32	34	23	25
P(ppm)	160	28	34	19	23
k(meq/100ml)	180	0,09	0,18	0,06	0,07
Calcio(meq/100ml)	100	24,8	24,7	24,6	24,9
Magnesio(meq/100ml)	100	2	2,2	2,3	1,4
Ca/Mg		12,4	11,23	10,7	17,79
Mg/Ca		22,22	12,22	38,33	20
Ca+Mg/k		297,78	149,44	448,33	375,71
Suma de bases(meq/100ml)		26,89	27,08	26,96	26,37

Fuente: (INIAP, 2020)

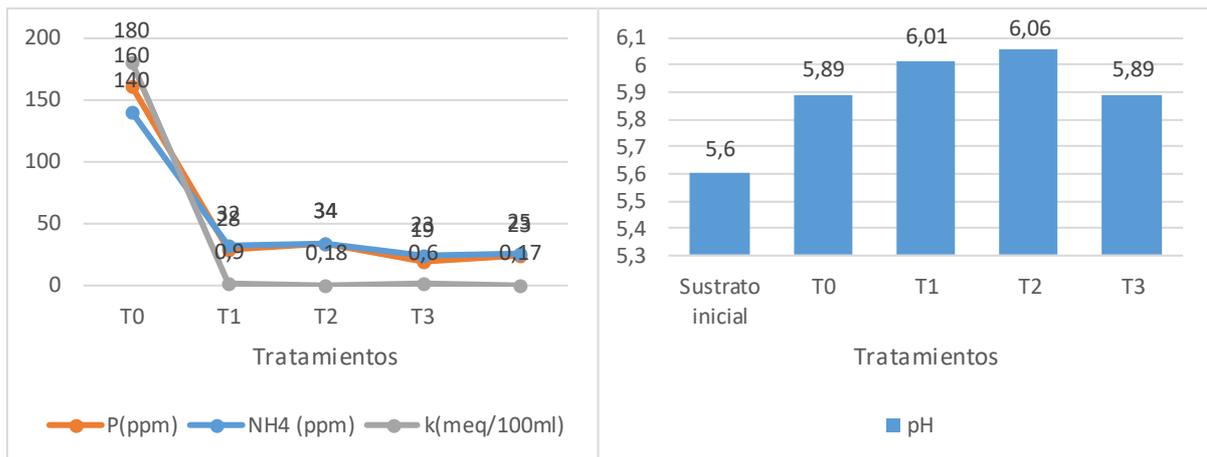


Figura 13: Curva de variación de la absorción de N-P-K con la aplicación de agua magnetizada.

Fuente: el autor

Figura 14: pH de con la aplicación de agua magnetizada. Fuente: el autor

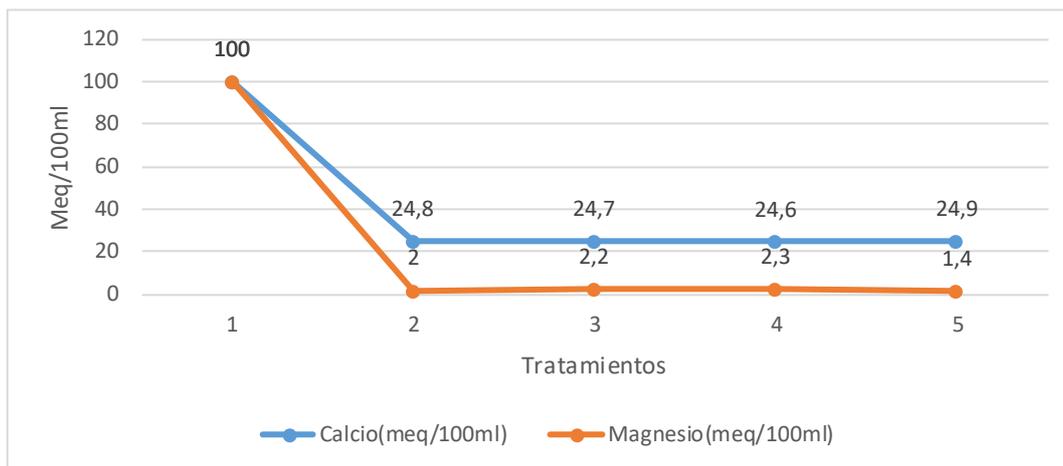


Figura 15: Curva de variación de la absorción de calcio y magnesio luego de aplicar riego con magnetismo.

Fuente: el autor

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

Además, existe una elevada solubilidad de sales y esto posibilita una mejor absorción y aprovechamiento de nutrientes lo que se traduce a mayor crecimiento y desarrollo de las plantas (Martinez, 2003),

9.4. Porcentaje de germinación

En la tabla número 12 de porcentaje de germinación de las plantas de amaranto se muestra los resultados del análisis de varianza para los días 5, 7, 9 donde se puede observar que no existe significancia estadística para los tratamientos, lo cual indica que las semillas de amaranto que fueron regadas con agua tratada magnéticamente germinaron igual que las semillas que fueron regadas con agua sin tratar, mostrando coeficientes de variación para el día 5 de 10.95%, para el día 7 de 8.31% y para el día 9 de 3.76%.

Tabla 12: Análisis de varianza para porcentaje de germinación (%) de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad INIAP- Alegría a los 5, 7, 9 días después de la siembra y bajo riego con magnetismo.

		5 días		7 días		9 días	
F.V.	gl	CM		CM		CM	
Total	19						
Tratamiento	3	86.16	ns	25.96	ns	29.75	ns
Error	12	54.37		57.18		13	
CV %		10.95		8.31		3.76	

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

Fuente: El autor

9.4.1. Prueba Tukey al 5% de porcentaje de germinación.

En la tabla 13 en la prueba Tukey se observa que no existe significancia estadística para los tratamientos mostrando solo el rango A, con un promedio para el día 5 de 67.34% de germinación, para el día 7 se indica el 91% de germinación y para el día 9 se muestra el 95.98% de germinación.

Tabla 13: Prueba Tukey al 5%.

Tratamiento	5 días		7 días		9 días	
	% de Germinación	Rango	% de Germinación	Rango	% de Germinación.	Rango
T3	72,02	A	93,34	A	98,66	A
T2	69,34	A	90,68	A	94,64	A
T1	65,32	A	92	A	97,32	A
T0	62,68	A	88	A	93,32	A
Promedio	67,34		91		95,98	

Fuente: El autor

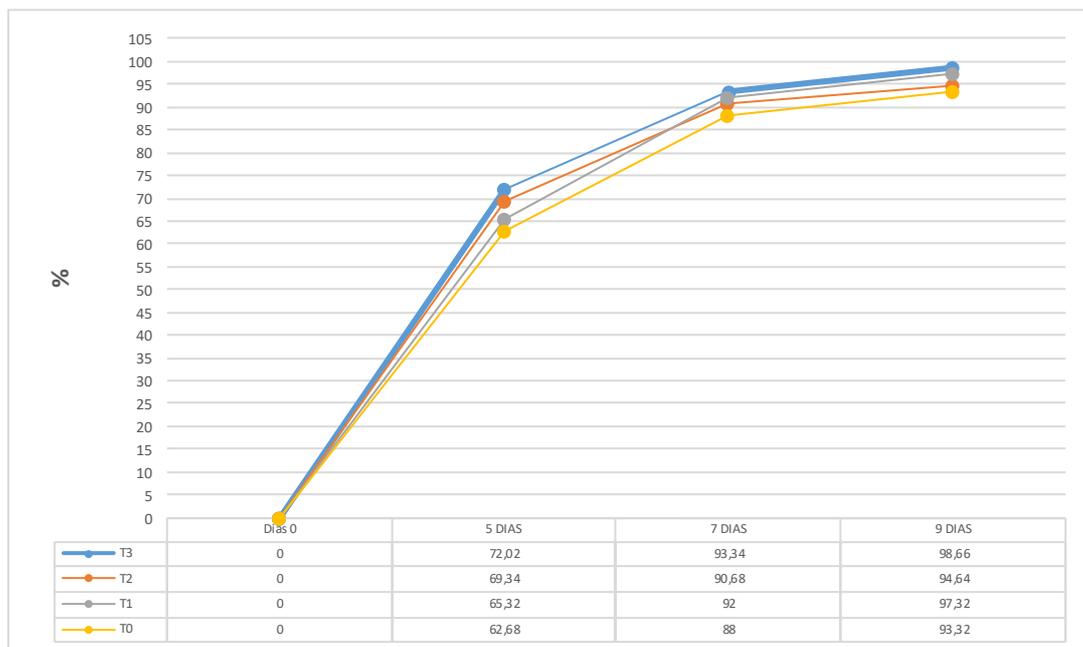


Figura 16: Promedios de porcentaje de germinación (%) de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad INIAP-Alegría a los 5, 7, 9 días después de la siembra bajo riego con magnetismo.

Fuente: El autor

Según (Guanoluisa., 2017) la emergencia de las semillas de amaranto están influenciadas directamente por factores climático y la variedad con la que se esté trabajando, en condiciones adecuadas las variedades que son de ciclo corto se demoran no menos de 10 días en aparecer, mientras que en variedades puede tardar hasta los 15 e incluso más días en aparecer.

Según (Teixeira da Silva, 2014) explica que las semillas de trigo al ser regadas con agua tratada magnéticamente ha aumentado en un 15% su rendimiento en cuanto a germinación.

(Amaya, et al, 2020) en incidencia de los campos magnéticos en semillas de lenteja muestra que que el porcentaje de germinación aumento en un 3.34% al ser ser sometidos a tratamientos magnéticos.

Los resultados concuerdan con los datos de germinación de semillas de maíz obtenidos por (Aladjadjian., 2002) así como (Podlesny J, et al, 2004) mostró el efecto producido por tratamiento magnético sobre el proceso de germinación y emergencia de dos cultivos de *Vicia faba*, estos puede generarse por algunas alteraciones dentro sistema bioquímico que ocurre en la planta y sus posibles efectos a nivel celular incrementando el contenido de agua, Los campos magnéticos externos se han influyen en la activación de iones y en la polarización de los polos en las células vivas (Moon., et al, 2000).

9.5. Altura de plantas (cm)

En la tabla 14 de la variable altura de las plantas de amaranto, se muestra los resultados del análisis de varianza para los días 5, 10, 15, 20, 25 donde se puede observar que existe significancia estadística para los tratamientos en los días 10, 15, 20 y no existe significancia estadística para los días 5.25 mostrando coeficientes de variación de 11.38% para el día 5, de 7.64% para el día 10, de 10.50% para el día 15, de 9.11% para el día 20 y de 11.59% para el día 25 indicando que la variable altura se manejó con regularidad.

Tabla 14: Altura de planta (cm) a los 5, 10, 15, 20, 25 días después de la germinación bajo riego con magnetización.

		5 días		10 días		15 días		20 días		25 días	
F.V.	Gl	CM		CM		CM		CM		CM	
Total	19										
Tratamientos	3	0.27	ns	0.95	*	4.4	*	8.1	*	3.67	ns
Error	12	0.21		0.19		1.39		2.2		7.34	
CV%		11.38		7.64		10.5		9.11		11.59	

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

9.5.1. Prueba Tukey al 5 % de la variable altura.

En la tabla 15 en la prueba de Tukey se observa que existe diferencias entre tratamientos en la variable altura en los diferentes días de la etapa fenológica de crecimiento de la plantas de amaranto mostrando hasta tres rangos de significancia para los tratamientos, indicando un promedio para el día 5 de 4.00 cm de altura con un rango A, para el día 10 se muestra un promedio de 5.70 cm de altura mostrando tres rangos(A, AB, B) de variación, para el día 15 se muestra un promedio de 11.23 cm mostrando tres rangos(A, AB, B) de variación, en el día 20 se muestra un promedio de 16.29 cm de altura mostrando tres rangos (A, AB, B) de variación y para el día 25 se muestra un promedio de 23.36 centímetros de altura mostrando un solo rango A.

Tabla 15: Prueba Tukey al 5%.

Tratamientos	5 días		10 días		15 días		20 días		25 días	
	Altura	Rango	Altura	Rango	Altura	Rango	Altura	Rango	Altura	Rango
T3	4.18	A	6.11	A	12.32	A	17.86	A	24.11	A
T2	4.21	A	5.80	A B	10.98	A B	16.16	A B	23.45	A
T1	3.91	A	5.82	A B	11.53	A B	16.42	A B	23.75	A
T0	3.72	A	5.08	B	10.09	B	14.75	B	22.15	A
Promedio	4.00		5.70		11.23		16.29		23.36	

Fuente: El autor.

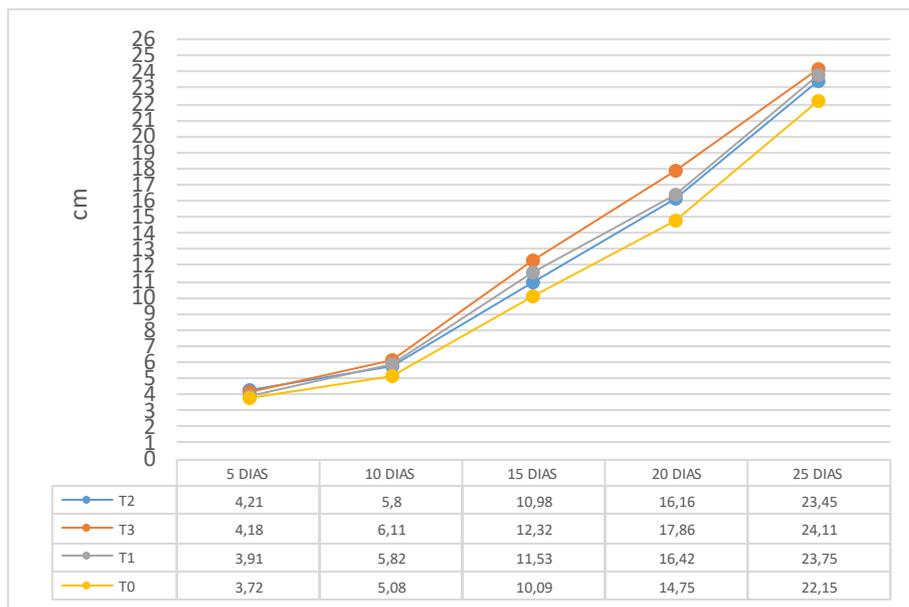


Figura 17: Promedios de altura de plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad INIAP- Alegría a los 5, 10, 15, 20, 25 días después de la germinación bajo riego con magnetismo.

Fuente: El autor.

Según el análisis de los resultados, la variación estadística en altura de planta es la aplicación de agua magnetizada ya que se le atribuye el incremento de la disponibilidad de nutrientes disueltos para la planta, analizando la aplicación de agua magnetizada en el cultivo de banano (El-Kholy, et al, 2015) se muestran diferencias en la asimilación de macro y micro nutrientes entre el agua tratada magnéticamente y el agua común. (Hilal, et al, 2013)

Al realizar el riego con agua tratada magnéticamente el crecimiento vegetativo de lino común aumentó la altura de planta en un 6.01 % (Amira M. S., et al, 2010). (Amaya, et al, 2020) en incidencia de los campos magnéticos en plantas de lenteja logró obtener alturas de 25.2 cm con la aplicación de tratamientos magnéticos, a los 15 días después de la siembra a comparación de la aplicación de agua sin tratamiento magnético mostrando que hubo

diferencias significativas.(Grewal, et al, 2009) también se determinó que el tratamiento de magnetización del agua de riego resultó en un aumento significativo en N, contenidos K, Ca, Mg, S, Zn, Fe y Mn en la nieve de guisantes y garbanzos de plántulas. Se muestra un incremento significativo en la altura de planta de *Vigna unguiculata* a partir del tratamiento de agua magnetizada con 23% y 26% a diferencia del tratamiento de control de agua sin tratar, el efecto de simulación de agua magnetizada en altura de la planta se puede atribuir al aumento de la absorción y asimilación de nutrientes (Sadeghipour., 2016)

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

9.6. Diámetro de tallo (mm)

En la tabla 16 de la variable diámetro de tallo de las plantas de amaranto, los datos se comienzan a registrar desde el día 10 porque en el día 5 se presentaban datos de fracción de milímetro, a continuación se muestra los resultados del análisis de varianza para los días 10,15, 20, 25 donde se puede observar que existe significancia estadística para los tratamientos en los días 10, 15, 20 y 25 mostrando coeficientes de variación de 9.16% para el día 10, 11.6% para el día 15, de 10.42 % para el día 20 y 8.15% para el día 25 indicando que la variable diámetro de tallo se manejó con regularidad.

Tabla 16: Diámetro de tallo (mm) de las plantas a los 10, 15, 20, 25 días después de la germinación bajo riego con magnetización.

		10 días.		15 días.		20 días.		25 días.	
F.V.	Gl	CM		CM		CM		CM	
Total	19								
Tratamientos	3	0.08	*	0.31	*	0.76	*	0.86	*
Error	12	0.01		0.06		0.18		0.23	
CV%		9.16		11,6		10.42		8.15	

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

Fuente: El autor

9.6.1 Prueba Tukey al 5% de diámetro de tallo.

En la tabla 17 en prueba de Tukey se observa que existe diferencias significativas entre tratamientos en la diámetro de tallo en los diferentes días de la etapa fenológica de crecimiento de la plantas de amaranto mostrando hasta tres rangos de significancia para los tratamientos, indicando un promedio para el día 10 de 1.11 mm de diámetro de tallo mostrando tres rango(A, AB, B) de variación, para el día 15 se muestra un promedio de 2.18 mm de diámetro de tallo mostrando tres rangos(A, AB, B) de variación, para el día 20 se muestra un promedio de 4.04 mm mostrando tres rangos(A, AB, B) de variación , en el día 25 se muestra un promedio de 5,94 mm de diámetro de tallos mostrando tres rangos (A, AB, B) de variación.

Tabla 17: Prueba Tukey al 5%.

Tratamientos	10 días		15 días		20 días		25 días	
	Diámetro de tallo.	Rango						
T3	1.22	A	2.53	A	4.59	A	6.4	A
T2	1.2	A	2.17	A B	4.01	A B	5.99	A B
T1	1.1	AB	2.1	A B	3.87	A B	5.98	A B
T0	0.94	B	1.94	B	3.69	B	5.39	B
Promedio	1.11		2.18		4.04		5.94	

Fuente: El autor

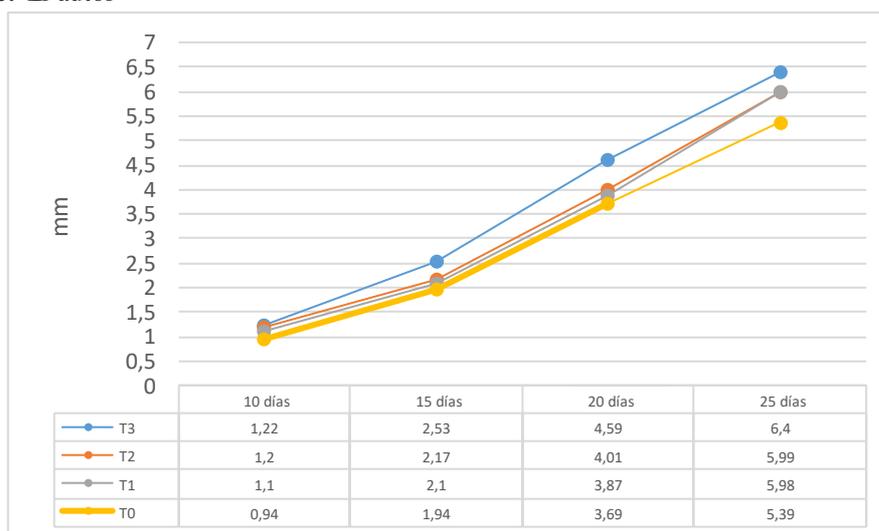


Figura 18: Promedios de diámetro de tallo de plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad INIAP Alegría a los 10,15, 20, 25 días después de la germinación bajo riego con magnetización.

Fuente: El autor.

(Gozales., 2016) En la aplicación de agua y semilla magnetizada de rábano muestra que existió variación significativa en el diámetro de tallo de *Raphanus sativus* a 2.6 cm-Mientras tanto (Montenegro, 2018) manifiesta que alcanzó un diámetro de tallo de 0.80 cm es menor a los datos arrojados por el mejor tratamiento magnético (0.88 cm).

(Gutiérrez, 2018) Reporta que el tallo se va agrandando como resultado de mejorar el intercambio catiónico entre el suelo y las plantas mediante aplicación de alternativas ecológicas como la aplicación de agua magnetizada promoviendo una mejor disponibilidad y absorción de los nutrientes presentes

9.7. Número de hojas por planta.

En la tabla 18 de la variable número de hojas de las plantas de amaranto, se muestra los resultados del análisis de varianza para los días 5, 10,15, 20, 25 donde se puede observar que existe significancia estadística para los tratamientos en los días 25 y no existe significancia estadística para los días 5, 10, 15, 20 mostrando coeficientes de variación de 8.16% para el día 5, de 6.92% para el día 10, de 7.81% para el día 15, de 4.42% para el día 20 y de 6.14% para el día 25 indicando que los datos del experimento no presentaron alta variabilidad.

Tabla 18: Número de hojas por planta a los 5, 10, 15, 20, 25 días después de la germinación bajo riego con magnetización.

		5 días		10 días		15 días		20 días		25 días	
F.V.	gl	CM		CM		CM		CM		CM	
Total	19										
Tratamientos	3	0.18	ns	0.55	ns	0.93	ns	0.19	ns	3.6	*
Error	12	0.12		0.26		0.29		0.25		0.73	
CV %		8.16		6.92		7.81		4.42		6.14	

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

Fuente: El autor.

9.7.1. Prueba Tukey al 5% de número de hojas.

En la tabla 19 en la prueba de Tukey se observa que existe diferencias entre tratamientos en la variable número de hojas en los diferentes días de la etapa fenológica de crecimiento de la plantas de amaranto mostrando hasta tres rangos de significancia para los tratamientos en el día 25, indicando un promedio para el día 5 de 4.28 hojas con un rango (A) de variación, para el día 10 se muestra un promedio de 7.38 hojas mostrando un rango (A) de variación, para el día 15 se muestra un promedio de 6.90 hojas mostrando un rangos(A) de variación , en el día

20 se muestra un promedio de 11.35 hojas mostrando un rango (A) de variación y para el día 25 se muestra un promedio de 13.87 hojas mostrando tres rangos (A, AB, B) de variación lo que indica que al día 25 comienza a notarse diferencias significativas en la variable número de hojas.

Tabla 19: Prueba Tukey al 5%.

Tratamientos	5 días		10 días		15 días		20 días		25 días	
	Nº de hojas	Rango								
T3	4.43	A	7.58	A	7.35	A	11.55	A	14.51	A
T2	4.43	A	7.64	A	6.74	A	11.45	A	14.18	A B
T1	4.23	A	7.4	A	7.14	A	11.32	A	14.18	A B
T0	4.03	A	6.91	A	6.38	A	11.1	A	12.62	B
Promedio	4.28		7.38		6.90		11.35		13.87	

Fuente: El autor.

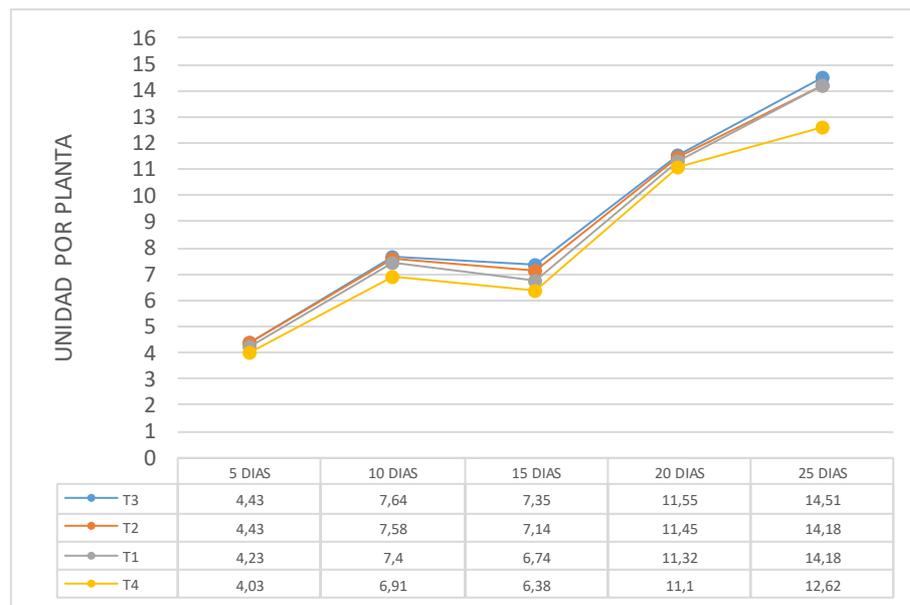


Figura 19: Promedios de número de hojas de plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad INIAP-Alegría a los 5, 10, 15, 20, 25 días después de la germinación bajo riego con magnetismo.

Fuente: El autor.

(De León., 1997) Muestra que no existe variación en el variable número de hojas en el cultivo de amaranto cuando existe limitación en la absorción de nutrientes mostrando rangos de significancia similares con la aplicación de los tratamientos. (Valladares., 2016) Probando muestras variación que no es significativas en el número de hojas después de transcurrido 20 días después de la siembra (Valladares., 2016) muestra que transcurrido 40 días después de la siembra presenta diferencias significativas.

9.8. Área foliar

En la tabla 20 de la variable área foliar de las plantas de amaranto, se muestra los resultados del análisis de varianza para los días 5, 10, 15, 20, 25 donde se puede observar que existe significancia estadística para los tratamientos, indicando que el agua magnetizada causo efecto en cuando el crecimiento del área foliar mostrando coeficientes de variación de 9.91% para el día 5, de 9.71% para el día 10, de 10.79% para el día 15, de 8.44% para el día 20 y de 8.46% para el día 25 indicando que los datos del experimento no presentaron alta variabilidad y la variable área foliar se manejó con regularidad.

Tabla 20: Área foliar (cm²) a los 5, 10, 15, 20, 25 días después de la germinación bajo riego con magnetización.

		5 días		10 días		15 días		20 días		25 días	
F.V.	Gl	CM		CM		CM		CM		CM	
Total	19										
Tratamientos	3	0.09	*	0.41	*	9.25	*	19.11	*	39.22	*
Error	12	0.03		0.11		1.37		4.6		9.97	
CV %		9.91		9.71		10.59		8.44		8.46	

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

Fuente: El autor.

9.8.1. Prueba Tukey al 5% área foliar.

En la tabla 21 en la prueba de Tukey se observa que existe diferencias entre tratamientos en la área foliar en los diferentes días de la etapa fenológica de crecimiento de la plantas de amaranto mostrando hasta tres rangos de significancia para los tratamientos, indicando un promedio para el día 5 de 1.65 cm² con tres rangos (A, AB, B) de variación, para el día 10 se muestra un promedio de 3.45 cm² con tres rangos (A, AB, B) de variación, para el día 15 se muestra un promedio de 11.04 cm² con tres rangos (A, AB, B) de variación,, en el día 20 se muestra un promedio de 25.40 cm² mostrando tres rangos (A, AB, B) de variación y para el día 25 se muestra un promedio de 37,31 cm² mostrando tres rangos (A, AB, B) de variación y el tratamiento 3 es el que más efecto tuvo en cuanto al crecimiento de las hojas.

Tabla 21: Prueba Tukey al 5%.

Tratamientos	5 Días		10 días		15 Días		20 Días		25 Días	
	Área foliar	Rango	Área foliar	Rango	Área foliar	Rango	Área foliar	Rango	Área foliar	Rango
T3	1.83	A	3.71	A	12.72	A	28.32	A	41.42	A
T2	1.65	AB	3.54	A B	11.3	A B	24.31	A B	36.62	A B
T1	1.63	AB	3.53	A B	10.69	A B	24.76	A B	36.05	A B
T0	1.5	B	3.04	B	9.45	B	24.23	B	35.17	B
Promedio	1.65		3.45		11.04		25.40		37.31	

Fuente: El autor.

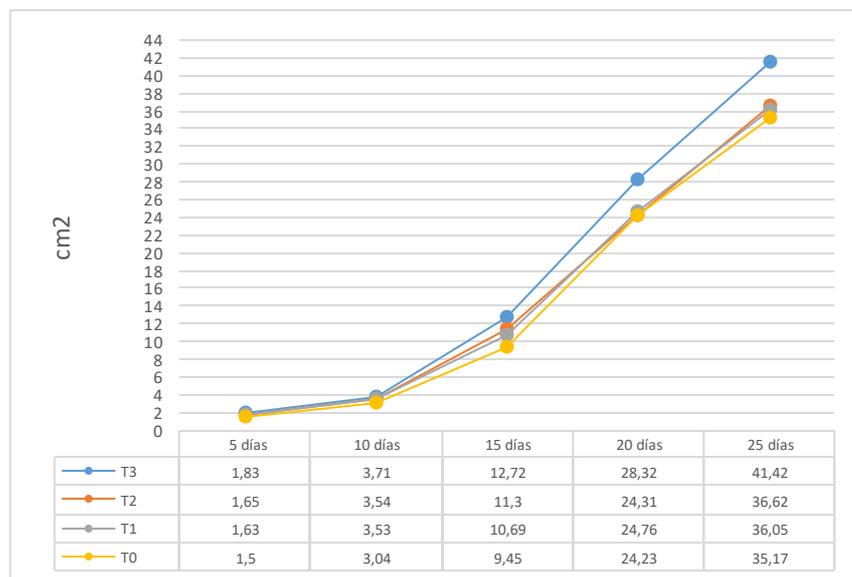


Figura 20: Promedios área foliar (cm²) de plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad INIAP-Alegría a los 5, 10, 15, 20, 25 días después de la germinación bajo riego con magnetismo.

Fuente: El autor.

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

(Cohen, et al, 2016) En experimentos realizados utilizó agua magnetizada y no magnetizada (testigo) de distintas fuentes agua de riego normal y se observó un crecimiento significativo en el crecimiento del área de la hoja de caupí, (de León., et al, 1997) muestra que si existe limitaciones en la absorción de nutrientes la variable área foliar podría bajar considerablemente indicando en su experimento que el área foliar en la plantas de amaranto se redujo hasta un 46%.

9.9. Longitud de raíz

En la tabla número 22 de la variable longitud de raíz de las plantas de amaranto, se muestra los resultados del análisis de varianza para los días 5, 10, 15, 20, 25 donde se puede observar que existe significancia estadística para los tratamientos, indicando que el agua magnetizada si muestra efectos en cuando al crecimiento de la raíz , indicando coeficientes de variación de 11.33 % para el día 5, de 11.7% para el día 10, de 5.64% para el día 15, de 3.96 % para el día 20 y de 5.17% para el día 25 indicando que los datos del experimento no presentaron alta variabilidad y la variable área foliar se manejó con regularidad.

Tabla 22: Longitud de raíz (cm) a los 5, 10, 15, 20, 25 días después de la germinación bajo riego con magnetización.

		5 días		10 días		15 días		20 días		25 días	
F.V.	gl	CM		CM		CM		CM		CM	
Total	19										
Tratamientos	3	1,36	*	2,26	*	2,39	*	2,23	*	8,23	*
Error	12	0,33		0,48		0,35		0,26		0,97	
CV %		11,33		11,7		5,64		3,96		5,17	

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

Fuente: El autor

9.9.1 Prueba Tukey al 5% de longitud de raíz.

En la tabla 23 en la prueba de Tukey se observa que existe diferencias entre tratamientos en la para la variable longitud de raíz en los diferentes días de la etapa fenológica de crecimiento de las plantas de amaranto mostrando hasta tres rangos de significancia para los tratamientos, indicando un promedio para el día 5 de 5.03 cm con tres rangos (A, AB, B) de variación, para el día 10 se muestra un promedio de 5.90 cm con tres rangos (A, AB, B) de variación, para el día 15 se muestra un promedio de 10.42 cm con tres rangos (A, AB, B) de variación, en el día 20 se muestra un promedio de 12.83 cm mostrando dos rangos (A, B) de variación y para el día 25 se muestra un promedio de 19.06 cm mostrando dos rangos (A, B) de variación y el tratamiento 3 es el que más efecto tuvo en cuanto al crecimiento de las raíces .

Tabla 23: Prueba Tukey al 5%.

	5 días		10 días		15 días		20 días		25 días	
Tratamientos	Raíz	Rango	Raíz	Rango	Raíz	Rango	Raíz	Rango	Raíz	Rango
T3	5.78	A	6.46	A	11.2	A	13.56	A	20.92	A
T2	4.92	A B	6.24	A	10.54	A B	12.92	A	18.82	B
T1	4.88	A B	5.98	A B	10.44	A B	12.9	A	18.02	B
T0	4.56	B	4.94	B	9.52	B	11.94	B	18.48	B
Promedios	5.03		5.90		10.42		12.83		19.06	

Fuente: El autor

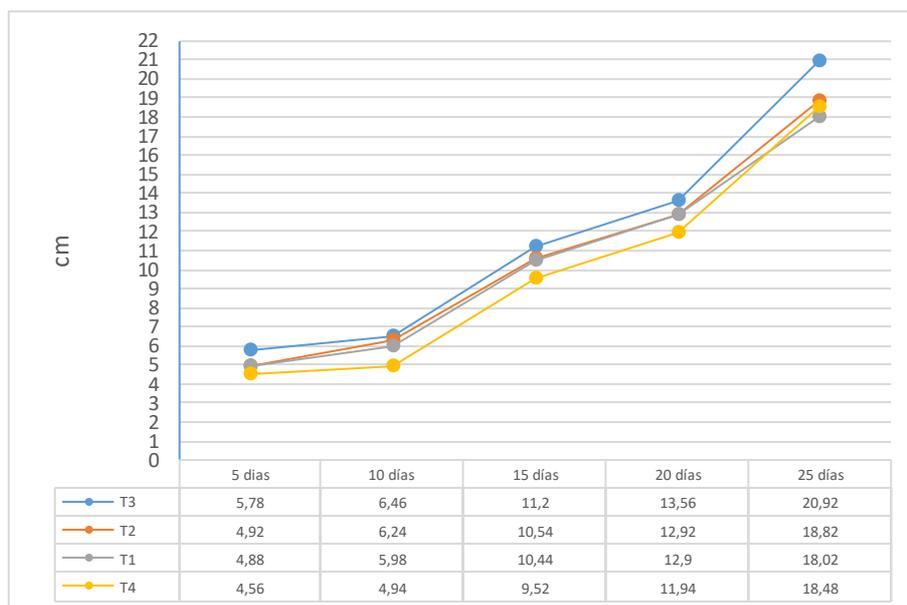


Figura 21: Promedios longitud de la raíz de plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) variedad INIAP-Alegría a los 5, 10, 15, 20, 25 días después de la germinación bajo riego con magnetismo.

Fuente: El autor.

Analizando los resultados muestra que la aplicación de agua tratada magnéticamente la longitud de la raíz tuvo diferencias significativas (Hozayn, et al, 2013) en remolacha indujo al crecimiento significativo la en el rendimiento radicular en un 21,53%; 5.68%; 16.23% al ser comparado con agua sin magnetizar.

El sistema radical crece más aplicándole riego con agua tratada magnetizada que con agua normal, siendo motivo de varios estudios en especies que muestran un aspecto relevante, pues alcanza en varias ocasiones hasta el doble de longitud. (Albys E. Ferrer Dubois, Consultado 2019)

El aumento de la variable longitud de la raíz con tratamientos magnéticos en relación a el agua común sin tratar fue semejante a los resultados obtenidos por otros investigadores como (Smith, 1993) que indica que con el magnetismo el sistema radicular se desarrolla más que con el tratamiento con agua normal.

(Frómata, 2005) Expone que en investigaciones realizadas con el magnetismo las raíces de las plantas indicaron mayor cantidad de pelos absorbentes este resultado tiene trascendental importancia ya que es a partir de la zona de los pelos radicales el sitio de máxima absorción de nutrientes por las raíces.

(Fung, 2006) Muestra un incremento significativo en el crecimiento de la raíz con magnetismo respecto al testigo en el cultivo del Romero (*Rosmarinus officinalis* L.) donde sistema radicular creció hasta 2.35 veces más que en el testigo.

9.10. Índice de concentración de clorofila (CIC) a los 25 días.

En la tabla 24 se muestra los datos de análisis de varianza para el índice de concentración de clorofila al día 25 donde se indica que existe significancia estadísticas para los tratamientos, con un coeficiente de variación de 8.86% mostrando que no existió alta variabilidad en los datos.

Tabla 24: Análisis de varianza para el índice de concentración de clorofila a los 25 días después de aplicar riego sin y con tratamiento magnético.

F.V.	Gl	SC	CM	p-valor
Total	19	116.45		*
Tratamientos	3	24.49	8.16	
Error	12	24.47	2.04	
CV%	8.86			

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

Fuente: El autor

9.10.1 Prueba Tukey al 5% índice de concentración de clorofila

En la tabla número 25 se muestra los rangos de significancia que arrojan los resultados obtenidos, de indican hasta tres rangos de significancia estadística(A, AB, B) con un promedio general de 16.12 % y como tratamiento sobresaliente resalta en número 3.

Tabla 25: Prueba Tukey al 5%.

Tratamientos	CIC	Rango
T3	18.01	A
T2	15.78	A B
T1	15.41	A B
T0	15.28	B
Promedio	16.12	

Fuente: El autor

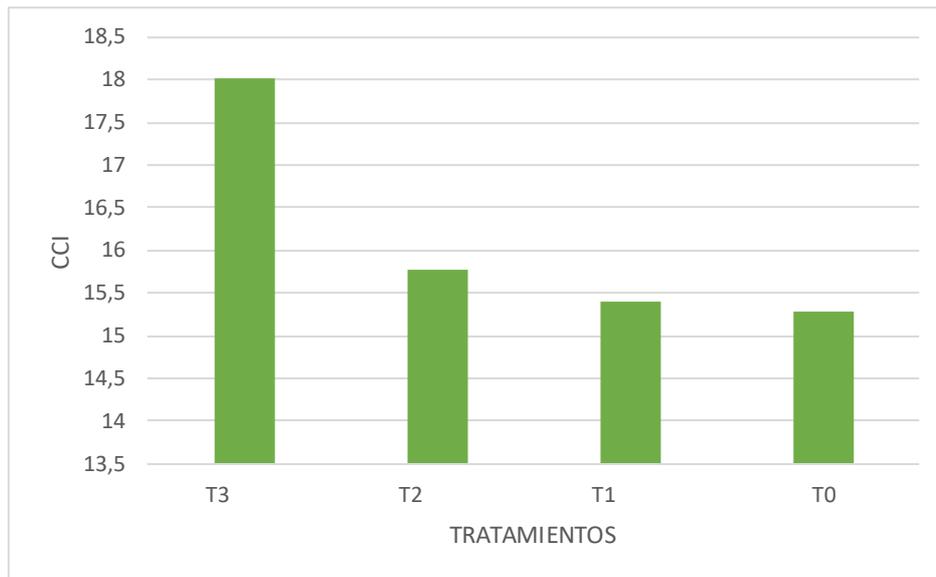


Figura 22: Promedios de índice de concentración de clorofila a los 25 días.

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

(Hernández, et al, Consultado 2020) El contenido de clorofila esta correlacionado con la producción de nitrógeno y otros micro y macro elementos. (Amira, et al, 2010) con la aplicación de tratamientos magenticos se presencia un aumento en el contenido de pigmento fotosintético, tales como clorofila el (46%), clorofila b (67.8%) y los carotenoides (55%), indol total (18.2%) y fenol (33.35%) de contenido.

10. IMPACTOS

10.1. Técnicos

El proyecto de investigación aplica tecnológicas limpias, por tal motivo reduce costos de producción y mejora la calidad del agua.

10.2. Sociales

Incremento de la producción e incrementa la tasa de empleo

10.3. Ambientales

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

10.4. Económicos.

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

11. CONCLUSIONES

11.1. Mediante la aplicación de campos magnéticos en el agua de riego se demostró que se reduce el valor de varios compuestos químicos analizados; Calcio muestra un valor de 44.76mg/l en agua sin tratar mientras que con la aplicación de magnetización con T3 se logra reducir hasta 31 mg/l, magnesio de 47.88 de agua sin tratar se logra reducir hasta un 40 mg/l con la aplicación de T3, Sodio se logra bajar los niveles de 96.23 mg/l a 68 mg/l con la aplicación de T3, Dureza se logró bajar considerablemente de 308.8 mg/l de agua sin tratar a 120.3 mg/l con la aplicación de T3, mientras de RAS tiene a subir su valor de 2.4 a 2.83 con la aplicación de T2, conductividad eléctrica se eleva su valor de 1,04 a 1,29 ds/m con la aplicación de T3 y el pH varia de un tratamiento a otro aumentando su valor de 7,74 a 8,5 con la aplicación de T3

11.2. Realizando los cálculos pertinentes a partir de las necesidades hídricas del cultivo y del factor de temperatura se calculó la demanda bruta para la etapa fenológica de crecimiento de las plantas de amaranto, determinando un valor promedio del volumen utilizado de 74 m³ en los 37 días del proceso.

11.3. Luego de la aplicación de agua magnetizada en el suelo considerablemente el pH varió de un tratamiento a otro de un promedio de un valor inicial de 5,6 a un promedio en T2: 6.06, mostrándose la accesibilidad a los macronutrientes para ser asimilados por las plantas de amaranto demostrándose variaciones de absorción en cuanto a nitrógeno de un promedio de 140 ppm a un promedio de 23 ppm en T2, fosforo de un promedio de 160ppm a 19 ppm en T2, potasio de un promedio de 180ppm a un promedio de 0,17 ppm en T3, se indica que no existe alta variación en calcio la absorción entre tratamientos muestra ser la misma que va desde 24.6 a 24.9 ml con un valor inicial de 100 ml y magnesio muestra las asimilación de 100 ml a 1,4en T3 notándose diferencias en relación a la absorción de magnesio.

11.4. Mediante la aplicación de agua magnetizada con tres intensidades se puede mostrar que existe variación favorable en las diferentes variables agronómicas medidas, en cuanto al porcentaje de germinación no existió significancia estadística y en número de hojas no existió significancia estadística hasta los 20 días, a los 25 días muestra el valor promedio de 14.51 hojas para T3 siendo el valor más alto y mostrando significancia estadística, para la variable altura de planta en los días 5 y 25 no se muestra significancia estadística en relación a los días

10, 15, 20 siendo T3 el mejor tratamiento mostrando un promedio de altura de 24.11 cm lo que representa que existe significancia a comparación del testigo que indica un promedio de 22.15 cm, diámetro de tallo muestra en todo el proceso diferencias significativas siendo T3 el mejor tratamiento llegando a alcanzar un promedio de 6.4 mm a comparación del testigo que alcanza un promedio de 5,39 mm, área foliar muestra diferencias significativas con un promedio para T3 de 41.42 cm² a comparación de testigo que logra un promedio de 35.17 cm², concentración de clorofila se muestra diferencias significativas siendo T3 el mejor tratamiento con un promedio de 18.01%, longitud de raíz muestra significancia estadística mostrando ser más eficiente el tratamiento 3 con un promedio de 20.92 como resultado a favor de la aplicación del efecto de agua magnetizada.

12. RECOMENDACIONES.

- ✓ Realizar los cálculos pertinentes a partir de las necesidades hídricas de los diferentes cultivos, para optimizar el recurso del agua.
- ✓ Aplicar la magnetización de agua, realizando previos análisis para evaluar los elementos químicos que variaron.
- ✓
- ✓ Realizar más investigaciones en relación a la aplicación de agua magnetizada en diferentes tipos de suelo debido a que la información que existe es escasa.
- ✓ Seguir evaluando la aplicación de agua magnetizada en diferentes cultivos y en diferentes etapas fenológicas para seguir determinando su efecto.
- ✓ Estudiar la aplicación de agua magnetizada comparando con ablandadores químicos

13. BIBLIOGRAFÍA

- 1 Abou El-Yazied, A. 1.-G.-S. (2012). Effect of Magnetic Field Treatments for Seeds and Irrigation Water as Well as N, P and K Levels on Productivity of Tomato Plants. *Journal of Applied Sciences Research*, 2088-2099.
- Acosta, J. . (2017). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO MEDIANTE EL EMPLEO DE CRITERIOS ACTUALIZADOS*.
- Aladjadjyan., A. (2002). Study of the Influence of Magnetic Field on Some Biological Characteristics of Zea mais. *J. of Central Europ. Agric* 3(2), 89-94.
- Albys E. Ferrer Dubois, Y. F. (Consultado 2019). *Campos Magnéticos – Electromagnéticos y la Biotecnología Agrícola*. Obtenido de s/n
- Amaya., J. C. (28 de 01 de 2020). *Incidencia de campos magneticos estacionarios en la germinacion y crecimiento de semillas*. Obtenido de Incidencia de campos magneticos estacionarios en la germinacion y crecimiento de semillas.
- Amira M. S., Q. A. (2010). Response of growth, yield, yield components, and some chemical constituents of flax for irrigation with magnetized and tap water. *World Appl. Sci. J.* 8, 630–634.
- Bastidas., M. (2017, pag 8). *EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES SISTEMAS DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE AMARANTO (Amaranthus quitensis) y (Amaranthus hypochondriacus)*". Obtenido de *EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES SISTEMAS DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE AMARANTO (Amaranthus quitensis) y (Amaranthus hypochondriacus)*": <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25031/1/Tesis-151%20%20Ingeniería%20Agronómica%20-CD%20465.pdf>
- Casa, C. (2017). *“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO CON LA UTILIZACIÓN DE BIOESTIMULADORES DE CRECIMIENTO ORGÁNICO EN DOS VARIEDADES DE AMARANTO (Amaranthus spp) ORIGINARIOS DE VNISSOK (Rusia) PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA BAJOCUBIERTA, SECTOR LASSO-LATACUNGA*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4170/1/UTC-PC-000150.pdf>
- Chagaray, A. (2005). *Estudio de Factibilidad del Cultivo del Amaranto*. Obtenido de Estudio de Factibilidad del Cultivo del Amaranto : <http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/07/13-Estudio-de-Factibilidad-del-cultivo-de-Amaranto.pdf> Pag.6
- Cohen., E. C. (2016). *Apuntando al riego por goteo*.
- Córdova, H. (Pág. 22 de 2019). *Efecto de la inducción magnética del agua de riego, en el desarrollo, producción y rendimiento del cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), variedad jaguar en la Granja Experimental ECAA*. Obtenido de Efecto de la inducción magnética del agua de riego, en el desarrollo, producción y rendimiento del cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L.), variedad jaguar en la Granja Experimental ECAA.
- De la Cruz., M. N. (2011). INCREMENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA CON EL USO DE LA MAGNETIZACIÓN EN LAS AGUAS DE ALIMENTACIÓN A GENERADORES DE VAPOR EN LA ALIMENTACIÓN A GENERADORES DE VAPOR EN LA INDUSTRIA AZUCARERA. *RTQ*, vol.31 no.2.
- De León., F. P. (1997). *AREA FOLIAR, LONGITUD DE RAICES Y PRODUCCION DE GRANO DE Amaranthus hypocondriacus L. EN UN SUELO COMPACTADO*.
- Di Benedeto, A. T. (2016). Técnicas de análisis de crecimiento de plantas: su aplicación a cultivos intensivos. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, vol. 42, núm. 3, 258-282.
- Díaz J., M. E. (2004). Influencia del tratamiento magnético en la evaporación del agua. . *Revista Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente.*, 1, 1. 24-27.
- Duarte., C. S. (2013). INFLUENCIA DE TRATAMIENTO ALTERNATIVO DEL AGUA DE RIEGO EN LOS REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE ALGUNAS HORTALIZAS PARA CONDICIONES DE DEFICIENCIAS HÍDRICAS. *eidenar*, 91-99.
- El-Kholy, M. S. (2015). Effect of magnetic water and different levels of NPK on growth, yield and fruit quality of Williams banana plant. *Nat. Sci.* 13(7), 94-101.

- Fao. (02 de 16 de 2002). *Recursos hidricos mundiales*. Obtenido de Recursos hidricos mundiales: <http://www.fao.org/3/y3918s/Y3918S.pdf>
- FAO. (01 de 14 de 2019). *Origen y Botánica de la especie*. Obtenido de Origen y Botánica de la especie: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdr/om/contenido/libro01/Cap2.htm
- Flórez, M., Martínez, E., & Carbonell, M. (2002). *Effect of Magnetic Field Treatment on Germination of Medicinal Plants Salvia officinalis L. and Calendula officinalis L.* *Polish Journal of Environmental Studies*. Obtenido de Effect of Magnetic Field Treatment on Germination of Medicinal Plants Salvia officinalis L. and Calendula officinalis L. Polish Journal of Environmental Studies: p. 21 (1), 57–63.
- Frómata, R. (2005). Efectos del agua tratada magnéticamente en la aclimatización de Musa spp variedad FHIA-18. 12.
- Fu, E. (2012). The effects of magnetic fields on plant growth and health. *Young Scientists Journal*, 5(11), 38–42.
- Fung, K. B. (2006). Rescate y conservación del Rosmarinus officinalis L. Tesis en opción del Título Académico de Master en Ecología y Sistemática Aplicada. *Mención Ecológica*, 28-30.
- Galland, P., & Pazur, A. (2005). *Magnetoreception in plants*. *J. Plant Res*. Obtenido de Magnetoreception in plants. J. Plant Res: 118(6), 371-389 p.
- Gozales., I. (2016). *Efecto de la aplicación de agua y semilla magnetizada en el cultivo de rábano (Raphanus sativus)*. Obtenido de Efecto de la aplicación de agua y semilla magnetizada en el cultivo de rábano (Raphanus sativus).
- 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*”. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2538/1/T-UTC-00074.pdf>
- Grewal, H. M. (2009). Magnetic treatment of irrigation water its effects on vegetable crop yield and water productivity *Agricultural water Management* vol. 96. 1229-1236.
- Guanoluisa., H. (2017). “*EVALUACIÓN DE TRES ABONOS ORGÁNICOS EN DOS VARIEDADES DE AMARANTO (Amaranthus spp) ORIGINARIOS DE VNISSOK-RUSIA PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA EN EL BARRIO PATUTAN PROVINCIA COTOPAXI, 2015-2016*”. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4226/1/UTC-PC-000141.pdf>
- Guerra, I. J. (2016). *Efecto de la aplicación de agua y semilla magnetizada en el cultivo de rábano (Raphanus sativus)*. Obtenido de s/n
- Gutiérrez, O. (2018). *Efecto de la aplicación de tres dosis crecientes del biofertilizante biol en la producción de «pepinillo» Cucumis sativus L. (curcubitaceae) en condiciones del valle de Santa Catalina.* . Obtenido de (Tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.: http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/4657/1/RE_AGRO_OLGA.GUTIERREZ_EFECTO.APLICACION.TRES_DATOS.pdf
- Hargreaves, G., & Samani, Z. (1985). Reference Crop Evapotranspiration from Ambient Air Temperature. *American Society of Agricultural Engineers*, 85.
- Heredia, J., Rodriguez, A., Rodriguez, L., Santoyo, M., & Castañeda, E. (2009). *La Vida Secreta de las Plantas: Respuesta a campos electromagnéticos*. *Boletín Planta. Departamento de Botánica de la Facultad de Ciencias Biológicas*. Obtenido de La Vida Secreta de las Plantas: Respuesta a campos electromagnéticos. Boletín Planta. Departamento de Botánica de la Facultad de Ciencias Biológicas: UANL. N° 8.
- Heredia., O. (consultado 2020). *El agua de Riego: Criterios de Interpretación. Efectos sobre el suelo y la producción*.
- Hernández., C. .. (Consultado 2020). Estudio del Contenido de Clorofila aplicando Espectroscopia Fotoacústica en hojas de plántulas provenientes de semillas de maíz que fueron regadas con agua magnetizada. *Lindavista. México D.F., México. CP 07738*.
- Hilal, M. Y.-F. (2013). Effect of magnetic treated irrigation water on salt removal from a sandy soil and on the availability of certain nutrients. *Int. J. Eng. Appl. Sci.* 2(2), 36-44.
- Hozayn, M. A. (2013). *Do magnetic water affect water efficiency, quality and yield of sugar beet (Beta vulgaris L.) plant under arid regions conditions? J.Agron.* Obtenido de Do magnetic

- water affect water efficiency, quality and yield of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) plant under arid regions conditions? *J. Agron.*: 12(1), 1-10. Doi: 10.3923/ja.2013.1.10
- Hozayn., M. A. (2010). Magnetic water technology, a novel tool to increase growth, yield and chemical constituents of lentil under greenhouse condition. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Sciences* 7(4), 457-462.
- Huillca, J. (2013). *COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE CINCO COMPUESTOS Y DOS VARIEDADES DE KIWICHA (Amaranthus caudatus l.) EN CONDICIONES DE K'AYRA*. Obtenido de COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE CINCO COMPUESTOS Y DOS VARIEDADES DE KIWICHA (Amaranthus caudatus l.) EN CONDICIONES DE K'AYRA : <http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/903/253T20130024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Illescas, J. Á. (2017). *ESTUDIO FENOLÓGICO DE DOS VARIEDADES DE AMARANTO EN LAS CONDICIONES AGROMETEREOLÓGICAS DE QUEROCHACA*". Obtenido de s/n
- INIAP. (2020). *análisis químico de sustrato luedo de haber sido aplicado a agua magnetizada*. Quito.
- Jiménez, E. V. (2017). "CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, FÍSICA Y FENOLOGÍCA DE CUATRO VARIEDADES DE AMARANTO (*Amaranthus sp.*) PARA LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN CEVALLOS" 13p. Obtenido de s/n
- Maheshwari, B. L. (2009). Magnetic treatment of irrigation water: Its effects on vegetable crop yield and water productivity. *Agricultural Water Management*, 96(8), 1229–1236.
- Mamani, A. F. (2017). *APLICACIÓN DE AGUA MAGNETIZADA PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA (Solanum tuberosum L.) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PATACAMAYA*. Obtenido de APLICACIÓN DE AGUA MAGNETIZADA PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA (Solanum tuberosum L.) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PATACAMAYA: s/n
- Martinez, E. C. (2003). Estimulación de la germinación y el crecimiento por exposición a campos magnéticos. *s/n*, 25.
- Mohamed, A. (2013). Effects of magnetized low quality water on some soil properties and plant growth. *International Journal of Research in Chemistry and Environment (IJRCE)*, 3(2), 140–147.
- Montellano, R. (2014). *ESTUDIO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL DEL CULTIVO DE AMARANTO (Amaranthus caudatus) DE LA LINEA PROMISORIA UVA039 EN LA ZONA CENTRAL DEL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ -BOLIVIA, INVIERNO 2013*. Obtenido de ESTUDIO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL DEL CULTIVO DE AMARANTO (Amaranthus caudatus) DE LA LINEA PROMISORIA UVA039 EN LA ZONA CENTRAL DEL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ -BOLIVIA, INVIERNO 2013: https://www.academia.edu/27468680/Tesis_de_amaranto_ROSIO_1_?sa=X&ved=2ahUKEwj p2eH8xoTnAhWJ6nMBHZuBBelQFjABegQIBxAB
- Montenegro, M. (2018). *Estudio de la incidencia de Barbary Plantae G2T, aplicado al suelo, en el rendimiento de dos híbridos de pepinillo (Cucumis sativus, L.), en la Comunidad de San Vicente de Pusir, Cantón Bolívar, Provincia del Carchi, 2017*. Obtenido de (Tesis de pregrado). Universidad Técnica De Babahoyo. Carchi Ecuador.: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/4384/1/TEUTBFACIAGINGAGRON.pdf>
- Moon., J. C. (2000). Acceleration of Germination of Tomato Seeds by Applying AC Electric and Magnetic Fields. *J. Electrostat*, 48:103-114.
- Moussa, H. (2011). The impact of magnetic water application for improving common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *New York Sci. J.*, 4(6), 15-20.
- Mujica & Quillahuamán, M. S. (1989). *Fenología del cultivo de la kiwicha (Amaranthus caudatus L.). Curso Taller Fenología de cultivos andinos y uso de la información agro meteorológica Puno, Puno, Perú: INIA - PICA*. Obtenido de s/n
- Pang, X. F. (2012). Influences of Magnetic Field on Macroscopic Properties of Water. *Modern Physics Letters B*, 26(11), 1250069 (13).
- Peralta, E. (2010). *Iniap Alergia variedad mejorada de Amaranto (Amaranthus caudatus)*. Obtenido de Iniap Alergia variedad mejorada de Amaranto (Amaranthus caudatus).
- Podlesny J, P. S. (2004). Efficiency of the magnetic treatment of broad bean seeds cultivated under experimental plot conditions. *Int. Agrophysics* 18, 65-71.

- Quijala, P. R. (2010). *Efecto del agua tratada con campo magnético estático sobre Meloidogyne spp en Cucumis sativus en condiciones de Cultivo Protegido*. Obtenido de s/n
- Saavedra, S. F. (2013). *RESPUESTA DEL AMARANTO (Amaranthus caudatus L.) A LA FERTILIZACIÓN FOLIAR COMPLEMENTARIA CON TRES BIOESTIMULANTES. SAN JOSÉ DE MINAS, PICHINCHA*. Obtenido de s/n
- Sadeghipour., O. (2016). The effect of magnetized water on physiological and agronomic traits of Cowpea *Vigna unguiculata L.* *Int'l Journal of Research in Chemical, Metallurgical and Civil Engg.*, ISSN 2349-1442 eISSN 2349-1450.
- Smith, R. (1993). Effect of pulsed magnetic fields on root development in plant cultings. *Preliminary observation.*, 1993.p 67.
- Taipe, J. C., & Chiliquinga, C. V. (01 de 06 de 2013). *Repositorio utc*. Obtenido de Repositorio utc: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2740/1/T-UTC-00277.pdf>
- Teixeira da Silva, J. D. (Pág. 137–142 de 2014). *Impact of magnetic water on plant growth*. Obtenido de Impact of magnetic water on plant growth: Pág. 137–142
- Valladares., F. (2016). *INFLUENCIA DE TRES DOSIS CRECIENTES DE BIOL EN COMPARACIÓN CON TRES DOSIS CRECIENTES DE NITRÓGENO EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE PEPINILLO (Cucumis sativus L.) PARA ENCURTIDO Cv. Palomar*. Obtenido de INFLUENCIA DE TRES DOSIS CRECIENTES DE BIOL EN COMPARACIÓN CON TRES DOSIS CRECIENTES DE NITRÓGENO EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE PEPINILLO (Cucumis sativus L.) PARA ENCURTIDO Cv. Palomar: http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/2426/1/RE_ING.AGR_FERNANDO.VALLADARES_INFLUENCIA.DE.TRES.DOSIS.CRECIENTES.DE.BIOL_DATOS.PDF
- Valverde., F. (1991). EFECTO DEL NITROGENO Y POTASIO EN EL DESARROLLO Y RENDIMIENTO DE AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus L.*) TIPO MERCADO. *Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de maestro en ciencias especialista en edafología*, 113-115.
- Vibrans, H. (20 de 04 de 2008). *Botánica y Descripción del Amaranto*. Obtenido de Botánica y Descripción del Amaranto: <http://botanicaeconomicadeamaranto.blogspot.com/2008/04/botnica-y-descripcin-del-amaranto.html>
- Villacrés, M. R. (2016). *EVALUACIÓN DE AZOLLA (Azolla filiculoides) COMO SUSTRATO EN LA PROPAGACIÓN SEXUAL DE DOS VARIEDADES DE AMARANTO: AMARANTO BLANCO (Amaranthus hypocondriacus L.) Y SANGORACHA (Amaranthus quitensis L.)*. 27p. Obtenido de s/n
- Wang, Y. y. (2014). Experiment about improvement of physical and chemical properties of magnetized water on cement hydration reaction. *Journal of Chemical and Pharmaceutical*, 6(5), 21–26.
- Yadollahpour, A. R. (04 de 11 de 2014). Applications of Magnetic Water Technology in Farming and Agriculture Development: A Review of Recent Advances. *Corriente Mundial del Medio Ambiente*, Vol. 9 (3), 695-703 .
- Zamora, J. R. (2009). Parámetros fisicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en conjunto con las Asociaciones Administradoras del Acueducto, (ASADAS), de cada distrito de Grecia, cantón de Alajuela, noviembre. *Revista Pensamiento Actual, Universidad de Costa Rica*, 125-134.
- Złotopolski, V. (2017). The Impact of magnetic water treatment on salt distribution in a largen unsaturated soil column. *The servier*, 253–257.
- Zuñiga, M. E. (2017). *EFECTO DE LOS BIOLES UTILIZANDO TRES FUENTES DE NITRÓGENO EN EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE AMARANTO (Amaranthus quitensis H.B.K.) Y (Amaranthus hypochondriacus L.)*. Obtenido de s/n
- Zúñiga, O. J. ((2016)). Efecto de campos electromagnéticos sobre la actividad microbiana de un bio-fertilizante. *Ciencias.*, 27-40.
- Zuñiga., M. (Pag, 15 de 2017). *EFECTO DE LOS BIOLES UTILIZANDO TRES FUENTES DE NITRÓGENO EN EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE AMARANTO (Amaranthus quitensis H.B.K.) Y (Amaranthus hypochondriacus L.)*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26405/1/Tesis->



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de **INGENIERÍA AGRONÓMICA** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES, CHICAIZA TOAPANTA JHONNY BLADIMIR**, cuyo título versa **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL AGUA MAGNETIZADA EN EL DESARROLLO DE PLANTAS DE AMARANTO (*Amaranthus caudatus*) VARIEDAD INIAP-ALEGRÍA EN LA ETAPA FENOLÓGICA DE CRECIMIENTO EN SALACHE - COTOPAXI”**, 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 certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, febrero del 2020

Atentamente,


LIC. MARCELO PACHECO PRUNA
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0502617350



CENTRO
DE IDIOMAS

14. ANEXOS

Anexo 1: Resultado del análisis químico del suelo sin y con tratamiento magnético.

 <p>INIAP INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</p>	<p>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693</p>												
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS													
<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : Jhonny Chicaiza Dirección : Latacunga Ciudad : Teléfono : 0981226098 Fax :</p>	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : S/N Provincia : Cotopaxi Cantón : Latacunga Parroquia : Salache Ubicación :</p>	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>Cultivo Actual : Fecha de Muestreo : 13/01/2020 Fecha de Ingreso : 13/01/2020 Fecha de Salida : 24/01/2020</p>											
N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100ml			ppm				
			NH4	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
20-0454	Tratamiento 1	6,01LAc	34,00 M	34,00 A		0,18 B	24,70 A	2,20 A					
20-0455	Tratamiento 2	6,06LAc	23,00 B	19,00 M		0,06 B	24,60 A	2,30 A					
20-0456	Tratamiento 3	5,78LAc	25,00 B	23,00 A		0,07 B	24,90 A	1,40 M					
20-0457	Tratamiento 4	5,89LAc	32,00 M	28,00 A		0,09 B	24,80 A	2,00 M					

INTERPRETACION		Elementos	
pH			
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo	
LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	M = Medio	
PN = Prac. Neutro	AI = Alcalino	A = Alto	
RC = Requieren Cal		T = Tóxico (Boro)	

METODOLOGIA USADA			
pH = Suelo: agua (1:2,5)	P K Ca Mg = Olsen Modificado	S, B = Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn = Olsen Modificado
			B = Curcumina



RESPONSABLE LABORATORIO





LABORATORISTA

Fuente: INIAP., 2020

Anexo 2: Resultado del análisis químico del agua antes de comenzar el ensayo experimental.

	<p>ESTACIÓN EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" DEPARTAMENTO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS Panamericana sur Km. 1. Apartado 17-01-340 Teléfono: 3007284. Email: laboratorio.dmsa@iniap.gob.ec Mejía -Ecuador</p>	
---	---	---

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUAS

<p>DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Jhonny Bladimir Chicaiza Dirección : Latacunga Ciudad : Teléfono : 0981226098 Fax :</p>	<p>DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : S/N Provincia : Cotopaxi Cantón : Latacunga Parroquia : Salache Ubicación :</p>	<p>PARA USO DEL LABORATORIO No. Muestra Lab. : 20-0477 Fecha de Muestreo : 15/01/2020 Fecha de Ingreso : 15/01/2020 Fecha de Salida : 28/01/2020</p>
--	--	---

No. Muestra Lab.	Identificación de la muestra	mg/l													dS/m			mg/l CaCO ₃
		Ca	Mg	Na	K	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	B	Fe	Zn	Cu	Mn	pH	C.E.	RAS	Dureza
20-0477	Muestra de Agua	44.76	47.88	96.23	13.52	0.0	370.9	69.3	161.8	0.9					7.74	1.04	2.4 R	308.8 MD

Unidades mg/l : miligramos/litro = ppm : partes por millón. dS/m : deciSiemens/metro = mmhos/cm : milimhos/centimetro.	RAS Menos de 1 : Excelente (E). De 1 a 2 : Buena (B). De 2 a 4 : Regular (R). De 4 a 8 : Mala (M). Más de 15 : Inapropiada (I).	Dureza De 0 a 15 : Muy suave (MS). De 16 a 75 : Suave (S). De 76 a 150 : Media (M). De 151 a 300 : Dura (D). Más de 300 : Muy dura (MD).
---	---	--


RESPONSABLE DEL LABORATORIO


LABORATORISTA

Fuente: INIAP., 2020

Anexo 3: Resultados del análisis de muestra de agua con la magnetización.

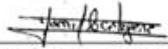
	<p>ESTACIÓN EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" DEPARTAMENTO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS Panamericana sur Km. 1. Apartado 17-01-340 Teléfono: 3007284. Email: laboratorio.dmsa@iniap.gob.ec Mejía -Ecuador</p>	
---	---	---

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUAS

<p>DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : Edison Garcia Dirección : Latacunga Ciudad : Teléfono : 0987782820 Fax :</p>	<p>DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : Ceasa Provincia : Cotopaxi Cantón : Latacunga Parroquia : Salache Ubicación :</p>	<p>PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>No. Muestra Lab. : 2183-2185 Fecha de Muestreo : 05/11/2019 Fecha de Ingreso : 05/11/2019 Fecha de Salida : 08/11/2019</p>
--	---	---

No. Muestra Lab.	Identificación de la muestra	mg/l													dS/m		mg/l	
		Ca	Mg	Na	K	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	B	Fe	Zn	Cu	Mn	pH	C.E.	RAS	Dureza CaCO ₃
2183	Imán pequeño	31.0	40.0	82.4	13.7	0.0	377.2	57.51	110.9	8.6					8.45	1.26	2.34 R	235.4 D
2184	2 Imanes	33.0	41.0	72.0	13.6	0.0	383.7	58.22	126.6	8.7					8.44	1.27	2.83 R	122.0 M
2185	3 Imanes	31.0	40.0	68.0	13.1	0.0	377.2	56.80	123.7	8.2					8.50	1.29	2.70 R	120.3 M

Unidades	RAS	Dureza
mg/l : miligramos/litro = ppm : partes por millón. dS/m : deciSiemens/metro = mmhos/cm : milimhos/centímetro.	Menos de 1 : Excelente (E). De 1 a 2 : Buena (B). De 2 a 4 : Regular (R). De 4 a 8 : Mala (M). Más de 15 : Inapropiada (I).	De 0 a 15 : Muy suave (MS). De 16 a 75 : Suave (S). De 76 a 150 : Media (M). De 151 a 300 : Dura (D). Más de 300 : Muy dura (MD).


 RESPONSABLE DEL LABORATORIO


 LABORATORISTA

Fuente: INIAP, (2019)

Anexo 4: Actividades preparación y llenado de fundas.



Fuente: El autor

Anexo 5: Siembra y colocación de las fundas en sus sitios experimentales.



Fuente: El autor

Anexo 6: Riego micro aspersión



Fuente: El autor

Anexo 7: Equipo de magnetización



Fuente: El autor

Anexo 8: Colocación de letreros para las unidades experimentales



Fuente: El autor

Anexo 9: Medición de variables de campo

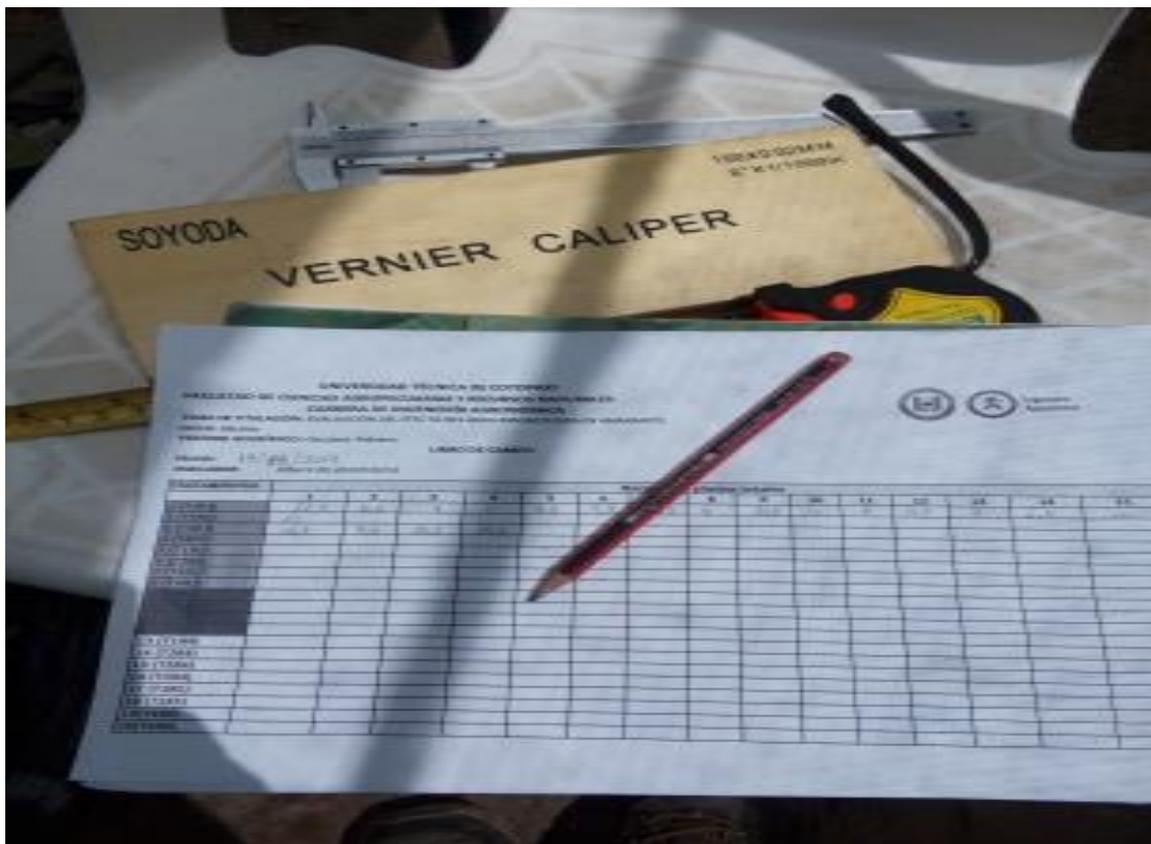


Fuente: El autor



Fuente: El autor

Anexo 10: Materiales utilizados para medir las variables.



Fuente: El autor

Anexo 11: Riego Manual



Fuente: El autor

Anexo 12: Crecimiento de las plantas.





Fuente: El autor

Anexo 13: Método de Oudin para cálculo de evapotranspiración potencial

<i>Potential evapotranspiration (PE) calculation using the formulation proposed by Oudin et al. (2005)</i>											
										Eto	61,8600843
References: For the mathematical details of the PE formulation, see: Oudin, L., Hervieu, F., Michel, C., Perrin, C., Andréassian, V., Anctil, F. and Loumagne, C., 2005. Which potential evapotranspiration input for a rainfall-runoff model? Part 2 - Towards a simple and efficient PE model for rainfall-runoff modelling. <i>Journal of Hydrology</i> 303(1-4), 290-306. For the calculation of extra-atmospheric global radiation, see Appendix C of the article by Morton, F.I., 1983. Operational estimates of areal evapotranspiration and their significance to the science and practice of hydrology. <i>Journal of Hydrology</i> 66 (1/4), 1-76.										139,544759	
<i>Fill in yellow cells with data</i>											

Anexo 14: Porcentaje de germinación.

	5 días	7 días	9 días
	73,3	86,7	93,3
	86,7	100,0	100,0
	86,7	100,0	100,0
	60,0	80,0	86,7
	33,3	93,3	100,0
	40,0	86,7	93,3
	46,7	86,7	100,0
	26,7	100,0	100,0
	66,7	93,3	100,0
	73,3	86,7	93,3
	66,7	100,0	100,0
	66,7	93,3	93,3
	80,0	86,7	93,3
	80,0	86,7	93,3
	93,3	93,3	93,3
	86,7	86,7	93,3
	73,3	100,0	100,0
	66,7	93,3	93,3
	66,7	86,7	100,0
	73,3	80,0	93,3

Anexo 15: Altura de tallo.

5 días	10 días	15 días	20 días	25 días
3,23	5,42	8,87	13,65	19,51
4,79	6,49	10,00	16,85	25,35
4,43	6,23	11,42	18,19	25,34
3,70	5,44	8,74	14,61	23,20
3,39	5,13	7,72	13,14	19,95
3,75	4,92	8,82	13,68	20,90
3,56	5,64	9,81	15,11	20,01
2,59	3,99	6,09	9,95	13,80
4,50	6,84	15,65	21,32	26,09
4,44	6,11	13,54	17,40	26,86
4,50	7,16	14,80	20,58	23,05
3,59	5,12	11,12	15,87	27,18
4,15	6,14	15,66	18,34	29,05
4,53	6,39	14,53	17,92	22,44
4,58	6,14	15,54	18,03	27,26
4,55	5,86	13,87	18,00	24,09
4,28	5,59	9,77	15,63	24,14
3,55	5,11	8,02	14,96	21,68
3,81	5,36	10,03	17,40	24,91
4,15	5,01	10,63	15,34	22,46

Anexo 16: Diámetro

10 días	15 días	20 días	25 días
1,20	1,72	2,97	5,54
1,26	1,97	4,06	6,79
1,22	2,65	4,57	6,97
1,04	1,75	3,33	6,00
1,01	1,79	3,81	5,56
1,12	2,05	3,76	5,42
1,01	2,04	4,20	5,58
0,74	1,58	2,73	4,45
1,19	2,78	4,61	5,86
1,18	2,55	4,08	6,76
1,42	3,25	5,11	6,29
0,91	2,20	3,91	5,55
1,31	2,54	4,30	6,86
1,58	2,63	4,81	5,50
1,45	2,35	4,76	6,86
1,13	2,52	4,34	5,82
0,81	1,69	3,68	6,06
0,88	1,67	3,36	5,49
1,02	2,38	4,31	6,31
0,90	1,65	4,13	5,14

Anexo 17: Área foliar

5 días	10 días	15 días	20 días	25 días
1,72	4,53	7,43	20,94	36,25
1,76	4,46	6,99	23,70	39,00
2,30	4,79	8,99	26,67	41,04
1,62	3,30	6,02	21,75	35,19
1,22	3,09	7,05	20,84	32,99
1,15	2,45	7,47	22,35	30,72
1,57	2,66	8,54	22,24	41,61
1,14	2,27	6,18	21,29	37,01
1,98	3,12	11,34	27,20	44,38
1,95	3,18	11,98	26,65	39,92
1,68	3,30	16,64	35,34	42,61
1,67	3,04	10,91	29,50	33,19
1,83	3,51	17,62	32,00	31,08
2,01	4,47	19,98	26,07	37,67
2,12	4,29	18,17	33,34	41,51
1,70	3,60	14,85	26,39	35,41
1,38	3,38	10,02	22,80	35,56
1,39	3,13	10,07	22,80	35,78
1,49	3,51	11,26	24,00	40,32
1,37	3,00	9,27	22,24	35,03

Anexo 18: Número de hojas

5 días	10 días	15 días	20 días	25 días
3,53	6,57	7,46	12,17	13,36
4,20	7,50	7,08	12,25	14,36
4,33	8,21	7,15	12,50	14,73
4,07	7,36	7,00	12,58	12,00
4,33	7,43	7,23	11,17	14,45
4,13	7,43	6,77	12,00	13,27
3,60	7,36	7,08	11,08	12,91
3,53	6,21	4,77	10,75	10,55
4,60	8,57	6,77	11,58	14,27
4,53	7,86	6,92	10,83	15,73
4,60	8,07	7,77	12,42	15,36
4,07	6,93	7,23	10,83	13,55
4,67	7,79	7,46	11,17	15,00
5,47	8,36	7,00	12,00	14,45
5,20	8,14	7,46	11,75	15,45
4,33	7,43	6,54	10,92	13,00
4,00	6,64	6,77	10,50	13,82
3,80	7,07	5,92	10,17	13,09
4,40	6,14	7,31	10,00	14,09
4,13	6,64	6,38	10,42	14,00

Anexo 19: Longitud de raíz

5 días	10 días	15 días	20 días	25 días
4	6,8	10,1	12,2	16,7
4,1	7,2	10,8	12,5	17,1
5,3	7,6	11,5	13	17,5
4,5	4,5	9,9	11,5	15,3
5,4	5,7	9,7	11,3	16,5
3,5	6,2	8,6	12,1	17,2
5,5	6,1	9,8	12,2	21,2
3,7	4,8	8,1	11,1	19
4,5	5	11,6	13,1	20
5,3	6,1	12,6	14,2	19,8
6,1	6,2	12,3	14,2	20,6
5,1	5,3	10	12,9	19,2
5,6	5,6	11,9	14,8	20
6,2	6,5	10,8	13,2	21,5
6,1	7,1	11,8	14,8	24
5,3	5,1	10,2	13,1	21
4,9	6,8	8,9	13,1	16,9
5,5	5,2	9,9	12,6	18,5
5,9	5,3	10,6	13,6	21,3
4,2	5	9,4	11,1	17,9

Anexo 20: Índice de concentración de clorofila

CIC
14,42
14,4
13,72
13,1
14,2
13
18,5
13,48
14,16
14,208
18,24
14,846
16,152
17,44
21,14
16,5
18,14
19,84
18,46
18,48