



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

### CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**Título:**

---

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL AGUA MAGNETIZADA EN LA FASE DE  
FLORACIÓN HASTA COSECHA DE LA QUINUA (*Chenopodium quinua*)  
VARIEDAD PATA DE VENADO, LATACUNGA-COTOPAXI, 2022”**

---

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

**Autor:**

Tipán Quishpe Jonathan Wladimir

**Tutora:**

Parra Gallardo Giovana Paulina Ing. Mg. Sc.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Marzo 2022**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Jonathan Wladimir Tipán Quishpe, con cédula de ciudadanía No. 1725858888, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “Evaluación del efecto del agua magnetizada en la fase de floración hasta cosecha de quinua (*Chenopodium quinua*) variedad pata de venado, Latacunga-Cotopaxi, 2022”, siendo la Ingeniera Mg. Sc. Giovana Paulina Parra Gallardo, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 10 de marzo del 2022

Jonathan Wladimir Tipán Quishpe

Estudiante

CC: 1725858888

Ing. Mg. Sc. Giovana Paulina Parra

Docente Tutora

CC: 1802267037

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **TIPÁN QUISHPE JONATHAN WLADIMIR**, identificado con cédula de ciudadanía **1725858888** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación del efecto del agua magnetizada en la fase de floración hasta cosecha de quinua (*Chenopodium quinua*) variedad pata de venado, Latacunga-Cotopaxi, 2022”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Abril 2016 - Agosto 2016

Finalización de la carrera: Octubre 2021 – Marzo 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 7 de marzo del 2022

Tutora: Ing. Giovana Paulina Parra Gallardo

Tema: “Evaluación del efecto del agua magnetizada en la segunda fase desde floración hasta cosecha de quinua (*Chenopodium quinua*) variedad pata de venado, Latacunga-Cotopaxi, 2022”

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

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

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

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.

La publicación del trabajo de grado.

La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

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 CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 30 días del mes de marzo del 2022.

Jonathan Wladimir Tipan Quishpe  
**EL CEDENTE**

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

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

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

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL AGUA MAGNETIZADA EN LA FASE DE FLORACION HASTA COSECHA DE QUINUA (CHENOPODIUM QUINUA) VARIEDAD PATA DE VENADO, LATACUNGA-COTOPAXI, 2022”**, de Tipán Quishpe Jonathan Wladimir, de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 10 de marzo del 2022

Ing. Mg. Sc. Giovana Paulina Parra

**DOCENTE TUTORA**

CC: 1802267037

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

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Lino Quishpe Jorge Manuel, con el título del Proyecto de Investigación: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL AGUA MAGNETIZADA EN LA FASE DE FLORACION HASTA COSECHA DE QUINUA (*CHENOPODIUM QUINUA*) VARIEDAD PATA DE VENADO, LATACUNGA-COTOPAXI, 2022” ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

Latacunga, 10 de marzo del 2022

Lector 1 (Presidente)

Ing. Mg. Richard Alcides Molina.

CC: 1205974627

Lector 2

Ing. M. Sc. Marco Antonio Rivera

CC: 0501518955

Lector 3

Ing. Mg. Alexandra Isabel Tapia

CC: 0502661754

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por bendecir en la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de conflicto y de debilidad. Gracias a mis padres, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por ser el apoyo fundamental en mi vida por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado desde que nací hasta lo que soy hoy en día.

Agradecemos a los docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi por haber compartido sus conocimientos a lo largo de mi profesión.

Agradezco al departamento de Granos Andinos e Invernadero Inteligente, a la Fundación Maquita Cusunchi, a mi tutora la Ing. Giovana Parra y al Ing. Marco Rivera por darme el apoyo y la oportunidad de realizar el proceso la investigación.

Jonathan Wladimir Tipán Quishpe

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo le dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres Nelson y Maribel quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y perseverancia, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos Maicol y Pamela también a mi amiga Magaly por darme su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Jonathan

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPERCUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TÍTULO:** “Evaluación del efecto del agua magnetizada en la fase de floración hasta la cosecha de quinua (*chenopodium quinua*) variedad pata de venado, Latacunga-Cotopaxi, 2022”

**Autor:** Jonathan Wladimir Tipán Quishpe

### 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 siendo los objetivos. Determinar el comportamiento agronómico de las plantas de quinua con la aplicación del agua magnetizada. Examinar el comportamiento de las propiedades físico-químico del suelo y agua al ser sometidos a campos magnéticos. Se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar con 4 tratamientos y 16 unidades experimentales. Se suministró agua magnetizada a 3 intensidades, (T2: imán de neodimio de 1000 gauss; T3: 2 imanes (uno de neodimio y uno mineral dándonos 3000 gauss), T4 imanes (1 imán de neodimio más dos imanes minerales dándonos 5000 gauss) y un testigo (sin campo magnético). Se suministro un riego, se utilizó un tensiómetro para determinar la capacidad de campo y dar un riego aproximado de 20 minutos por tratamiento. El agua analizada después de ser tratada con magnetización muestra que existe variación mostrando que existe cambios en las propiedades químicas a comparación del agua sin tratar. Los parámetros del agua cambian al someter a campos magnéticos, como resultado el pH y dureza disminuyen al aumentar la intensidad de los imanes con pH inicial 8.02 y una dureza de 254 en la final tenemos un pH de 7.57 y una dureza final de 147 en el T1. Lo cual el tratamiento con mayor eficacia es el T4 el nivel de PH baja a 7.9, su nivel de dureza de 146 con un pH final de 7.23 y un nivel de dureza de 1450, que es moderadamente dura. En el grado de restricción en relación con la conductividad eléctrica de 203 a 670. Los parámetros del suelo si cambian al suministrar agua al suelo sometido a campos magnéticos, el resultado del PH y Conductividad Eléctrica El pH inicial es de 7.96 y una final de 7.92, una CE de 0.33. El tratamiento T3 el PH es de 8.26 y aumenta su nivel de 0.32 en conductividad eléctrica.

**Palabras clave:** Agua magnetizada, Tensiómetro, Intensidades, Imanes.

## **TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**

### **FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES**

**THEME:** “Evaluation of the effect of magnetized water in the flowering phase until harvest of quinoa (*chenopodium quinoa*) variety pata de venado, Latacunga-Cotopaxi, 2022”.

**Author:** Jonathan Wladimir Tipán Quishpe

#### **ABSTRACT**

The research was carried out at the Salache Experimental Academic Center of the Cotopaxi Technical University, within the Smart Greenhouse and Andean Grains research projects; at a height of 2733 m.s.n.m being the objectives. Determine the agronomic behavior of quinoa plants with the application of magnetized water. Examine the behavior of the physical-chemical properties of soil and water when subjected to magnetic fields. A Randomized Complete Block Design with 4 treatments and 16 experimental units was used. Magnetized water was supplied at 3 intensities, (T2: neodymium magnet of 1000 gauss; T3: 2 magnets (one neodymium and one mineral giving us 3000 gauss), T4 magnets (1 neodymium magnet plus two mineral magnets giving us 5000 gauss) and a control (without magnetic field) An irrigation was supplied, a tensiometer was used to determine the field capacity and to give an approximate irrigation of 20 minutes per treatment. The water analyzed after being treated with magnetization shows that there is variation showing that there are changes in the chemical properties compared to the untreated water. The parameters of the water change when subjected to magnetic fields, as a result the pH and hardness decrease as the intensity of the magnets increases with initial pH 8.02 and a hardness of 254 in the final we have a pH of 7.57 and a final hardness of 1470 in the T1. Which the most effective treatment is T4, the PH level drops to 7.9, its hardness level of 146 with a final pH of 7.23 and a hardness level of 1450, which is moderately hard. In the degree of restriction in relation to the electrical conductivity from 203 to 670. The parameters of the soil if they change when you supply water to the soil subjected to magnetic fields, the result of the PH and Electrical Conductivity The initial pH is 7.96 and a final one of 7.92 , an EC of 0.33. The T3 treatment the PH is 8.26 and increases its level of 0.32 in electrical conductivity.

**Keywords:** Magnetised water, Tensiometer, Intensities, Magnets.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR .....	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN.....	ix
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvii
1. INFORMACIÓN GENERA .....	1
2. JUSTIFICACIÓN .....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	2
1.1 Beneficiarios directos: .....	2
2.1 Beneficiarios indirectos .....	2
4. INTRODUCCION.....	3
5. PROBLEMÁTICA.....	4
6. OBJETIVOS.....	4
3.1 GENERAL .....	4
4.1 . ESPECIFICOS .....	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANEADOS.....	5
1. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....	6
5.1 Origen y Generalidades de la Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) .....	6
6.1 Evolución de la producción en Ecuador .....	6
7.1 Clasificación Taxonómica.....	7
8.1 Rendimiento a nivel mundial, regional y local .....	7
9.1 Sistemas de producción.....	8
10.1 Descripción botánica .....	9
1.1.1 Planta .....	9
2.1.1 Raíz.....	9
3.1.1 Tallo.....	9
4.1.1 Hojas.....	10
5.1.1 Inflorescencia .....	10

6.1.1	Fruto.....	10
7.1.1	Condiciones agroclimáticas.....	10
11.1	COSECHA.....	10
12.1	Cosecha y trilla tradicional.....	11
13.1	Cosecha y trilla mejorada .....	11
14.1	Campo magnético .....	12
15.1	Aplicación de campos magnéticos a la agricultura.....	13
16.1	Campos magnéticos en las plantas .....	13
17.1	Agua magnetizada. Proceso de los cambios en las propiedades físico-químicas del agua... 14	
18.1	Efectos del agua magnetizada en la nutrición de las plantas .....	14
19.1	Agua magnetizada en el suelo .....	16
1.	PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS:.....	18
2.	Operalización de variables .....	18
20.1	Factor A: Intensidad de los campos magnéticos .....	18
21.1	Variable independiente .....	19
22.1	Variable dependiente: .....	19
3.	MATERIALES.....	20
23.1	11.1. Material biológico .....	20
24.1	11.2. Materiales de Campo.....	21
25.1	11.3Material de escritorio .....	21
3.4.	Sistema de riego .....	21
3.5.	Equipo magnetizador .....	21
4.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	22
26.1	Ubicación del área experimental .....	22
8.1.1	Ubicación política .....	22
5.	Ubicación geográfica .....	22
6.	Diseño experimental .....	22
7.	Tipo de investigación.....	23
27.1	La investigación experimental .....	23
28.1	Investigación descriptiva .....	23
8.	Métodos.....	23
29.1	Método científico .....	23
30.1	Analítico deductivo.....	23
9.	Técnicas .....	23
31.1	Diagnóstico.....	23

32.1	Observación. ....	24
33.1	Registros de datos. ....	24
34.1	Tabulación de datos. ....	24
10.	DISEÑO METODOLÓGICO .....	24
35.1	Diseño Experimental.....	24
36.1	Factores de Estudio .....	25
11.	Descripción de los tratamientos .....	25
37.1	Parcela neta.....	26
12.	MANEJO DEL EXPERIMENTO .....	26
13.	Preparación de suelo. ....	27
38.1	Delimitación del área de investigación. ....	27
39.1	Siembra (Trasplante) .....	27
40.1	Riego .....	27
41.1	Toma de datos.....	28
42.1	Cosecha .....	28
43.1	Post cosecha.....	28
14.	Variables agronómicas .....	28
44.1	23.1 Variables de Agua .....	28
45.1	23.2. Variable de Suelo .....	29
15.	Descripción de variables .....	29
46.1	Variables agronómicas .....	29
47.1	Altura de planta (cm).....	29
48.1	Diámetro de tallo (cm).....	29
49.1	Volumen de la raíz (cm) .....	29
50.1	Altura de panoja (cm) .....	29
51.1	Contenido de clorofila .....	29
52.1	Peso de Panoja (cm) .....	30
15.1.	Peso de la semilla .....	30
53.1	Variables de agua. ....	30
9.1.1	PH.....	30
10.1.1	Dureza del agua. ....	30
54.1	Variables de suelo .....	30
11.1.1	Conductividad eléctrica. ....	30
12.1.1	Análisis estadístico.....	30
16.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	31

16.1.	Análisis del comportamiento de los elementos del suelo .....	35
1.1	Altura de Planta .....	40
2.1	Tabla.16. Análisis de varianza, altura de planta por días de acuerdo al suministro del agua al ser sometidos a campos magnéticos .....	40
3.1	Diámetro de Tallo. ....	46
4.1	Volumen de Raíz .....	50
5.1	Contenido de Clorofila .....	52
6.1	Altura de Panoja .....	55
7.1	Diámetro de Panoja .....	59
8.1	Peso de Panoja .....	63
9.1	Peso de semilla .....	65
17.	IMPACTOS .....	66
18.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	67
10.1	CONCLUSIONES .....	67
11.1	RECOMENDACIONES .....	68
19.	BIBLIOGRAFIA .....	69
20.	Anexos .....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla.1. Objetivos y actividades a realizar .....	5
Tabla.2. Taxonomía de la Quinua ( <i>Chenopodium quinua</i> ) .....	7
Tabla.3. Descriptores de interés morfológico de la Quinua ( <i>Chenopodium quinua</i> ) .....	9
Tabla.4. Efecto del agua magnetizada a diferentes intensidades, aplicada como agua para riego en los cultivos .....	15
Tabla.11. PARÁMETROS DE LOS NIVELES DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO.....	17
Tabla.12. Nivel de dureza para agua de riego.....	18
Tabla.5. Operalización de variables (VI) .....	19
Tabla.6. Operalización de variables .....	19
Tabla.7. Tratamiento en estudio “A” .....	25
Tabla.8. Esquema de ADEVA .....	26
Tabla.9. Descripción del equipo magnetizador Mineral Magnet II.....	26
Tabla.10. Descripción del equipo magnetizador Mineral Magnet I.....	27
Tabla.13. Análisis del comportamiento químico del agua. ....	31
Tabla.14. Análisis de suelos antes y después de aplicar riego sin y con magnetización en diferentes intensidades.....	36
Figura 12. Niveles de Boro con diferentes intensidades de magnetismo. ....	39
Tabla.17. Prueba de Tukey al 5% de altura de planta. ....	41
Tabla.18. Análisis de varianza, diámetro de tallo por días de acuerdo al suministro del agua al ser sometidos a campos magnéticos. ....	46
Tabla.20. Análisis de varianza, volumen de raíz por días de acuerdo al suministro del agua al ser sometidos a campos magnéticos. ....	50
Tabla.22. Análisis de varianza, contenido de clorofila por días de acuerdo al suministro del agua al ser sometidos a campos magnéticos. ....	52
Tabla.23. Prueba de Tukey al 5% contenido de clorofila. ....	53
Tabla.16. Análisis de varianza, altura de panoja por días de acuerdo al suministro del agua al ser sometidos a campos magnéticos .....	55
Tabla.17. Prueba de Tukey al 5% de altura de panoja. ....	57
Tabla.18. Análisis de varianza, diámetro de panoja por días de acuerdo al suministro del agua al ser sometidos a campos magnéticos. ....	59
Tabla.20. Análisis de varianza, peso de panoja de acuerdo al día de cosecha según al suministro del agua al ser sometidos a campos magnéticos .....	63
Tabla.20. Análisis de varianza, del peso de semilla según al suministro del agua al ser sometidos a campos magnéticos.....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación del invernadero de granos andinos .....	22
Figura 2.	Distribución de las unidades experimentales.....	24
Figura 1.	Graficas de porcentajes de altura de planta durante el suministro de agua magnetizada. .	43
Figura 1.	Graficas de porcentajes de altura de planta durante el suministro de agua magnetizada. .	44
Figura 1.	Graficas de diámetro de tallo el suministro de agua magnetizada.....	48
Figura 2.	Graficas de diámetro de tallo el suministro de agua magnetizada.....	49
Figura 1.	Graficas de volumen de raíz el suministro de agua magnetizada .....	51
Figura 2.	Curva de crecimiento para volumen de raíz .....	51
Figura 1.	Graficas de contenido de clorofila el suministro de agua magnetizada.....	53
Figura 2.	Curva de crecimiento para contenido de clorofila. ....	54
Figura 3.	Graficas de porcentajes de altura de planta durante el suministro de agua magnetizada. .	57
Figura 4.	Graficas de porcentajes de altura de panoja durante el suministro de agua magnetizada. .	58
Figura 5.	Graficas de diámetro de tallo el suministro de agua magnetizada.....	61
Figura 6.	Graficas de diámetro de panoja el suministro de agua magnetizada .....	62
Figura 1.	Graficas de peso de panoja en la cosecha.....	63
Figura 2.	Curva del peso de la panoja. ....	64
Figura 3.	Graficas de peso de panoja en la cosecha.....	65
Figura 4.	Curva del peso de la semilla. ....	66

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Aval de traducción .....	74
Anexo 2.	Magnetización del agua de riego .....	75
Anexo 3.	Toma de datos altura de planta .....	75
Anexo 4.	Toma de diámetro de planta .....	76
Anexo 5.	Toma de datos de clorofila .....	76
Anexo 6.	Toma de datos del volumen de raíz .....	77
Anexo 7.	Toma de datos de altura de panoja .....	77
Anexo 8.	Toma de diámetro de panoja.....	78
Anexo 9.	Cosecha .....	78
Anexo 10.	Trilla de la quinua .....	79
Anexo 11.	Análisis de agua por los diferentes tratamientos de inducción magnética y sin inducción magnética .....	79
Anexo 12.	Análisis de agua por tratamiento sin inducción magnética .....	80
Anexo 13.	Análisis de agua por tratamiento con inducción magnética (1000 Gauss).....	81
Anexo 14.	Análisis de agua por tratamiento con inducción magnética (3000 Gauss).....	82
Anexo 15.	Análisis de suelo por tratamiento con inducción magnética (5000 Gauss).....	83
Anexo 16.	Tablas de registro de la altura de planta .....	84
Anexo 17.	Tablas de registro del diámetro de tallo de la planta .....	84
Anexo 18.	Tablas de registro de altura de panoja .....	85
Anexo 19.	Tablas de registro de diámetro de panoja.....	85
Anexo 20.	Tablas de registro de volumen de raíz .....	86
Anexo 21.	Tablas de registro de índice de clorofila.....	86
Anexo 22.	Tablas de registro de peso de panoja.....	87
Anexo 23.	Hoja de vida de los Investigadores.....	88

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del Proyecto:**

“Evaluación del efecto del agua magnetizada en la fase de floración hasta cosecha de quinua (*Chenopodium quinua*) variedad pata de venado, Latacunga-Cotopaxi, 2022”

**Fecha de inicio:** octubre 2021

Fecha de finalización: febrero 2022

### **Lugar de ejecución:**

Salache-Eloy Alfaro-Latacunga-Cotopaxi-Zona 5.

### **Facultad que auspicia**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

### **Carrera que auspicia:**

Carrera de Ingeniería Agronómica

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

Proyecto pos cosecha.

### **Equipo de Trabajo:**

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

Lector 1: Ing. Mg. Richard Alcides Molina.

Lector 2: Ing. M Sc Marco Antonio Rivera.

Lector 3: Ing. Mg Alexandra Isabel Tapia.

Coordinador del Proyecto: Tipán Quishpe Jonathan Wladimir Teléfonos: 0997045681

Correo electrónico: jonathan.tipan8888@utc.edu.ec

### **Área de Conocimiento:**

Agricultura, silvicultura y pesca

### **Línea de investigación:**

Desarrollo y Seguridad Alimentaria

### **Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Producción agrícola sostenible.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Este estudio se realizó para optimar las propiedades del agua al someter a campos magnéticos en las fases de floración hasta la cosecha del cultivo de quinua, ya que es una relación primordial en el ámbito nutricional, biológico, físicos y químicos de agua, suelos y del cultivo de quinua.

El cultivo de quinua, sometida a diferentes campos magnéticos es una nueva alternativa de mejorar la producción, ya que es amigable con el medio ambiente, puesto que, contrarresta el uso indiscriminado de agroquímicos para mejorar la calidad del agua, como también llega a ser provechoso económicamente para los productores. En este sentido, se puede considerar que la tecnología de estimulación magnética en el agua de riego puede aportar a la mejora de las condiciones de los cultivos, uso eficaz del agua de riego y a la disminución progresiva del uso de agroquímicos.

Por lo tanto, la investigación realizada puede llegar a facilitar datos ventajosos de tiempo de exposición e intensidad de campo magnético, la exposición de agua en diferentes campos magnéticos los datos pueden convertirse en referentes iniciales a otros cultivos es necesario manejar nuevas alternativas tecnológicas innovadoras, para mejorar y optimizar así la calidad del agua de riego en los cultivos de quinua.

## **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

### **1.1 Beneficiarios directos:**

Los beneficiarios directos de este proyecto son todos los agricultores y los consumidores de quinua de la provincia de Cotopaxi y de todo el Ecuador

### **2.1 Beneficiarios indirectos**

Los beneficiarios indirectos de este proyecto de investigación son los estudiantes de la Carrera de Agronomía.

#### 4. INTRODUCCION

El uso irracional e intensivo de los suelos y la degradación de los ecosistemas en general, ha causado diversificaciones en el ciclo hidrológico en conjunto de sus características físicas, químicas y biológicas del agua. El agua es un gran disolvente de materias orgánicas e inorgánicas.

El agua dura reduce el crecimiento de la planta, afecta el rendimiento de los cultivos en comparación con el cultivo de agua normal y también daña la estructura del suelo (Rawson & Gómez, 2001). Desproporciona la disponibilidad de ciertos nutrientes que son absorbidos por las raíces de la planta.

En La universidad Técnica de Cotopaxi Campus Salache las vertientes tiene un recorrido por lugares donde la contaminación humana está presente más la ayuda de otras fuentes de contaminación hace que el agua sea dura. En la publicación sobre el río Cutuchi (Diario La Hora, 2019) se recalcó que “En el último estudio que realizó la Corporación Francesa a cargo de los estudios de la obra del Plan Maestro de Alcantarillado, se evidenciaron cerca de 300 descargas que salen de industrias de manera ilegal sobre este río”

Las aguas del río Cutuchi, luego que pasan la zona urbana de la Ciudad de Latacunga son captadas por el sistema de riego: Latacunga–Salcedo–Ambato, la mala calidad de las aguas es un problema muy serio ya que son utilizadas por los agricultores en el cultivo de diversos productos agrícolas, tanto para consumirlos o para ser comercializados en los mercados del centro del país. (Jaya et al., 2013).

La dureza del agua ha influido en los cultivos que, siendo regados con esta agua, el desarrollo fisiológico de la planta no tiene un buen rendimiento, al ser desarrolladores de ideas optamos por una nueva solución que es el agua magnetizada. Esta problemática afecta al círculo de producción - consumidor en sentido económico, ambiental, social, salud, etc. En los ríos de la provincia de Cotopaxi se localiza altas cantidades de calcio y magnesio mismos que son los causantes de la llamada agua dura.

## 5. PROBLEMÁTICA

El agua dura reduce el crecimiento de la planta, afecta el rendimiento de los cultivos en comparación con el cultivo de agua normal y también daña la estructura del suelo (Rawson & Gómez, 2001). Deforma la disponibilidad de ciertos nutrientes que son absorbidos por las raíces de la planta.

En la publicación sobre el río Cutuchi se recalcó que “En el último estudio que realizó la Corporación Francesa a cargo de los estudios de la obra del Plan Maestro de Alcantarillado, se evidenciaron cerca de 300 descargas que salen de industrias de manera ilegal sobre este río” (Diario La Hora, 2019)

La dureza del agua ha influido en los cultivos, que siendo regados con esta agua el desarrollo fisiológico de la planta no es explotado, al ser desarrolladores de ideas optamos por una nueva solución que es el agua magnetizada. Esta problemática afecta al círculo de producción - consumidor en sentido económico, ambiental, social, salud, etc. En los ríos de la provincia de Cotopaxi se encuentra altas cantidades de calcio y magnesio mismos que son los causantes de la llamada agua dura.

## 6. OBJETIVOS

### 3.1 GENERAL

- Evaluar del efecto del agua magnetizada en la fase de floración la hasta cosecha de quinua (*chenopodium quinua*) variedad pata de venado, Latacunga-Cotopaxi, 2022”

### 4.1 . ESPECIFICOS

- Caracterizar el comportamiento agronómico de las plantas de quinua con la aplicación del agua magnetizada.
- Analizar el comportamiento de las propiedades físico-químico del suelo y agua al ser sometidos a campos magnéticos.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANEADOS.

**Tabla.1. Objetivos y actividades a realizar**

<b>Objetivo 1</b>	<b>Actividad (tareas)</b>	<b>Resultado de la investigación</b>	<b>Medios de verificación</b>
Caracterizar el comportamiento agronómico de las plantas de quinua con la aplicación del agua magnetizada	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño de un libro de campo y toma de datos de las variables agronómicas.</li> <li>- Interpretación de resultados</li> <li>- cosecha y pos cosecha</li> </ul>	Evaluar el efecto que causa en el cultivo durante las fases fenológicas.	Fotografías
<b>Objetivo 2</b>			
Analizar el comportamiento de las propiedades físico-químicas del suelo y agua al ser sometidos a campos magnéticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toma de muestras del suelo</li> <li>- Envió de muestras al laboratorio para su respectivo análisis.</li> <li>- Interpretación de los resultados de las diferentes repeticiones.</li> </ul>	Libro de campo  Libro de campo  Gráficas interpretativas	Libro de campo  Libro de campo  Libro de campo

## 1. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 5.1 Origen y Generalidades de la Quinoa (*Chenopodium quinoa*)

La quinoa, la kañiwa y las especies de *Amaranthus* comestibles constituyeron en conjunto un importante componente de la alimentación de los pueblos prehispánicos en las tierras altas de los Andes (Tapia, 1979).

Existen evidencias de que fue alimento básico para las poblaciones pre-hispánicas hasta la época de la conquista (Gómez et al., 2016) .

Según (Gómez Pando, 2016) “el cambio de los hábitos alimenticios y la preferencia por alimentos nutritivos y orgánicos a nivel global promovieron el reconocimiento y la revaloración de la quinoa, dando lugar al incremento de su producción”

### 6.1 Evolución de la producción en Ecuador

Al finalizar los años 80 la quinoa andina cultivada no sobrepasaba una superficie de 36000 ha, principalmente producida en Bolivia y Perú, sin embargo Ecuador participa de este dato con un 4%. (PROINPA., 2011). La quinoa hoy en día es una cerera muy cotizada en el mundo por el cual su producción es ampliamente.

La superficie cultivada llega a poco menos de 1.300 hectáreas, de manera que luego de una marcada reducción, se ha recuperado la extensión cultivada. En efecto, en el año 2000 la superficie plantada alcanzó 1.300 hectáreas, para luego caer a la mitad, de manera que solamente en el año 2011 se ha recuperado el área bajo cultivo a un nivel similar al del año 2000 (FAO, 2014)

“En el año 2013 la producción en sistemas diversificados llegó a las 2000 ha” (MAGAP., 2017). Además se encontró que 6 provincias del Ecuador son centro de producción de la quinoa por su alta frecuencia y superficie cultivada, estas son: Cotopaxi, Chimborazo e Imbabura; con menor producción está, Pichincha, Tungurahua y Carchi; Y en lugares del Azuay y Cañar el cultivo está desapareciendo (Peralta Eduardo I., 2009).

Estos avances en el desarrollo agrícola para la producción de quinoa se dan por el Plan de Mejora Competitiva (PMC) compuesto por personal del MAGAP, y colaboración de otras entidades como la Corporación de Promoción de Exportaciones del Ecuador (CORPEI) (Representantes del sector privado); y el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) (MAGAP., 2016)

## 7.1 Clasificación Taxonómica

La (FAO, 2019), clasifica al cultivo de la quinua de la siguiente manera

**Tabla.2. Taxonomía de la Quinua (*Chenopodium quinua*)**

<b>Reino:</b>	<b>Plantae</b>
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Subclase:</b>	Caryophyllidae
<b>Orden:</b>	Caryophyllales
<b>Familia:</b>	Chenopodiaceae
<b>Género:</b>	Chenopodium
<b>Especie:</b>	<i>Chenopodium quinua</i>

Elaborado por: Tipan, J. 2021

Fuente: (FAO, 2019)

### 8.1 Rendimiento a nivel mundial, regional y local

“La expansión de la quinua ha llegado a países como: Italia, Francia, Inglaterra, Suecia, Holanda y Dinamarca. Son más de 70 países incluidos en la producción de este pseudocereal”(FAO, 2017). Como muestra (Jacobsen & Sherwood, 2002), en su investigación “Vietnam tuvo un rendimiento de 1.1 y 1.6 t ha<sup>-1</sup>. Kenia por su parte tuvo un rendimiento de 4 t ha<sup>-1</sup> con resultados mayores en los valles interandinos” (p.169).

Por otro lado, la región andina tiene el gran reto de alimentar a la población mundial y tuvo en 2009 una producción de 70000 toneladas, sobre todo por la problemática del cambio climático. Se recomienda cultivar la quinua en lugares que son afectados por la seguridad alimentaria.(FAO, 2017).

“En Ecuador los resultados obtenidos muestran un tasa de alta productividad de quinua con 1.36 t ha<sup>-1</sup>, utilizando semillas de INIAP variedad Tunkahuan y Chimborazo”(Guerrero A., 2016).

### Características de la Quinua (*Chenopodium quinoa*)

En los agro ecosistemas andinos, la quinua es un componente importante de los sistemas de producción de pequeños, medianos y grandes agricultores (Mazón, Nelson Rivera M., Marco Peralta I., Eduardo Estrella Engelmann, Jaime Tapia B., 2021).

La quinua pertenece a la familia de las Chenopodiáceas, es tetraploide, con 36 cromosomas. Sus plantas son ginomonoicas y con un elevado porcentaje de autogamia (Mazón, Nelson Rivera M., Marco Peralta I., Eduardo Estrella Engelmann, Jaime Tapia B., 2021).

La quinua tiene un alto valor nutritivo, con altas cantidades de proteínas y aminoácidos, entre ellos se encuentra la lisina que está presente en el cerebro. Al ser comparada con otros granos esta los supera en por lo menos 1.5 veces más de calcio (Suquilanda, 2007). “La quinua posee saponina que la misma tiene propiedades antioxidantes y terapéuticas, previene el cáncer, entre otras” (Gómez et al., 2015).

### **9.1 Sistemas de producción**

La quinua no siempre se encuentra en monocultivo, sin embargo este se asocia frecuentemente con “Maíz (57,7%), con papa, oca, melloco, en menor porcentaje, los sistemas múltiples en los que se encuentran más de dos cultivos representan el 21%, mientras que los monocultivos apenas el 10%, este último es muy frecuente en el Cantón Otavalo”(García Magdalena., 1984). Las rotaciones muy pocos lo practican y para preparar el terreno consta de arado, rastra y surcada, utilizando el tractor.

#### **Variedad INIAP “Pata de Venado”**

La variedad INIAP “Pata de Venado”, en 2001 se caracterizó y evaluó la colección nacional de quinua de grano blanco y de acuerdo con la precocidad, resistencia a mildiu, contenido de saponina y potencial de rendimiento.(INIAP, 2008)

**Descriptorios de intereses morfológicos, agronómicos y de calidad de INIAP  
“Pata de Venado”**

**Tabla.3. Descriptorios de interés morfológico de la Quinoa (*Chenopodium quinoa*)**

Hábito de crecimiento	Erecto
Ramificación	Ausente
Color de la panoja	Rosada
Tipo de panoja	Terminal
Tamaño de panoja (promedio)	29.0 cm
Altura de planta	68.6 cm
Acame a la cosecha	Bajo
Color de grano	Blanco
Peso de 100 semillas (promedio)	0.36 g
Contenido de saponina	0.0 %
Días a la floración	70
Días a la cosecha	151
Rendimiento por planta (promedio)	7.6 g
Rendimiento por ha (Promedio)	1200 kg
Adaptación (altitud)	2800 a 3800 m
Época de siembra	Diciembre y Enero
Cantidad de semillas por Ha	14 a 16 kg

Elaborado por: Tipán J. 2022 Fuente (INIAP, 2008)

## **10.1 Descripción botánica**

### **1.1.1 Planta**

Erguida, y crece desde los 0.60 y van hasta los 3 m, depende de la variedad, genotipos, condiciones ambientales y suelos fértiles(Vidal Apaza (INIA), 2013).

### **2.1.1 Raíz**

Pivotante y profunda. Con gran cantidad de raíces laterales y ramificadas, pueden medir entre 0.8 a 1.5 m(Gómez et al., 2016).

### **3.1.1 Tallo**

Es circular en la sección baja y es angular en la parte superior (Tapia.Mario, 1997). La altura siempre varía y esta va de 0.7 m hasta los 2.70 m, según su medio.(Gómez et al.,

2016). Este puede tener ramas o no, en dependencia de la variedad y densidad del sembrado(PROMUEVE, 2010).

#### **4.1.1 Hojas**

Son polimórficas en una sola planta, romboides las hojas basales y lanceoladas las hojas superiores(Tapia.Mario, 1997). Las orillas son apuntadas y por esta peculiaridad esta puede ser reconocida por razas.

#### **5.1.1 Inflorescencia**

Una panícula (panoja) por tener un eje principal más desarrollado y de este salen los ejes secundarios (Tapia.Mario, 2000). Esta además puede ser tipo amarantiforme y relacionada directamente al tamaño del grano. Hay flores hermafroditas y femeninas en una sola inflorescencia. La polinización es cruzada por lo que la quinua es autógama para su fecundación.(Bonifacio, 2016)

#### **6.1.1 Fruto**

Cubierto por el pericarpio y a su vez envuelta por el epispermo(Gómez et al., 2015). El embrión lo forman los cotiledones y la radícula lo cual constituye casi la totalidad de la semilla que envuelve al polispermo(S. Jacobsen et al., 2001).

#### **7.1.1 Condiciones agroclimáticas**

Actualmente el Ecuador produce cerca de 2.000 ha de quinua por año, pero dada su gran tolerancia a condiciones ambientales extremas, se estima que el cultivo se podría alcanzar las 90.000 ha(Sven-Erik Jacobsen, 2002).

La precipitación según la (Gómez et al., 2016), establece que “en los Andes ecuatorianos es de 600 a 880 mm” (pág. 2). Y “Esta puede adaptarse a climas calurosos y desérticos, la humedad relativa con la que se desarrolla va desde un 40% hasta un 88% y temperaturas máximas de 38° C y mínimas de 4°C”(FAO, 2011).

### **11.1 COSECHA**

Una de las etapas críticas de la producción de la quinua en Ecuador, es a no dudar la cosecha. Esta debe realizarse con la debida oportunidad para evitar no sólo las pérdidas por vientos o ataque de aves, sino el deterioro de la calidad del grano. Si luego de la madurez del cultivo hay un exceso de humedad ambiental, se produce la germinación de los granos en la panoja con la consiguiente pérdida de la cosecha.(Nieto Carlos & Vimos Carlos, 1992).

En la precosecha la quinua está expuesta al ataque ornitológico, tal como se describe a continuación: Las aves ocasionan daños en los últimos períodos vegetativos de la planta (estado lechoso, pastoso y madurez fisiológica del grano). Se alimentan de los granos en la misma panoja, al mismo tiempo que ocasionen la caída de un gran número de semillas por desgrane o ruptura de los pedicelos de los glomérulos. El ataque de aves es notorio y más susceptible en las variedades dulces como Sajama, Cheweca y Blanca Juli, donde las pérdidas alcanzan hasta un 30 a 40% de la producción a obtenerse. Esto ocurre especialmente alrededor del lago Titicaca, donde bandadas de aves lacustres atacan a los campos de quinua. En los valles interandinos se observa el ataque de palomas y tórtolas (kullkus).(Magno Meyhuay, 2013)

La quinua debe ser cosechada cuando los granos hayan adquirido una consistencia tal, que ofrezcan resistencia a la presión con las uñas, o las plantas se hayan defoliado y presenten un color amarillo pálido. Es aconsejable hacer coincidir la cosecha con la época seca del año (generalmente de junio a agosto en la Sierra ecuatoriana), para evitar pérdidas o deterioros del grano por efecto de la humedad ambiental.(Nieto Carlos & Vimos Carlos, 1992)

### **12.1 Cosecha y trilla tradicional**

La cosecha tradicional de este cultivo es totalmente manual esto es: La siega se realiza con hoz, se transportan las panojas a eras, en donde son trilladas por golpes de garrote o por pisoteo de caballos o asnos. También es muy común la trilla por fricción manual de las panojas sobre piedras o tejas, aunque este sistema se realiza con quinua recién cortada, es decir cuando las plantas y panojas están blandas y no lastiman las manos al momento de la fricción. (Nieto Carlos & Vimos Carlos, 1992)

En otros casos las panojas antes de la trilla son almacenadas en parvas o secadas en hileras junto a tapias, cercas o paredes de las viviendas para luego ser trilladas.

### **13.1 Cosecha y trilla mejorada**

Esta consiste en la utilización de máquinas trilladoras de tipo estacionario pero la labor de siega es manual. Varios modelos de trilladoras de cereales han sido probados, con relativo éxito. Las trilladoras de cereales como trigo o cebada han dado buenos resultados en la trilla de quinua, con ciertos ajustes como: disminución del flujo de aire en el ventilador y colocación de mallas adicionales en los sistemas de salida del grano, para

conseguir un menor contenido de impurezas en el mismo. La trilladora tipo “Pullman” de fabricación americana, es la que mejor resultado ha dado, de acuerdo a pruebas y observaciones durante varios años de trabajo en el Programa de Cultivos Andinos(Nieto Carlos & Vimos Carlos, 1992)

#### 14.1 Campo magnético

La tierra tiene dos campos magnéticos por tener hierro fundido en el centro, además de influir contundentemente a los seres vivos. Los reinos vegetal y animal desde los inicios de los tiempos han sido afectados por variaciones que ocurren en el campo magnético terrestre, o a su vez inversiones podemos relacionarlas con la aparición y extinción de especies, por tales motivos determinamos que los organismos vivos están todos cobijados por el campo magnético de la tierra(Maffei & Rheinstadter, 2014).

“El campo magnético terrestre ejerce una fuerza que varía de 30 hasta 60 micro teslas ( $\mu\text{T}$ ) (equivalente a 0,3 y 0,6 Gauss) que se originan por el movimiento y convección de los fluidos en el interior de la tierra”(Maffei & Rheinstadter, 2014). “Sin embargo esta fuerza ha variado y se reducido notablemente un 9% del campo magnético terrestre”(Wang et al., 2015).

“El campo magnético es una región del espacio en la cual una carga eléctrica puntual que se desplaza, sufre los efectos de una fuerza que es perpendicular a su desplazamiento”(Ríos Héctor et al., 2012). Esto quiere decir que se repelen las fuerzas por sus polos similares.

“Los campos magnéticos superiores a los 1.000 Gauss son considerados de alta intensidad. Los de baja intensidad son aquellos que se encuentran debajo de los 100 nano teslas (nT) (equivalente a 0,001 Gauss) hasta menos de 1.000 Gauss”(Dennis R. Heldman, 2010);(Maffei & Rheinstadter, 2014).

“tenemos campos magnéticos artificiales, los cuales tenemos estáticos que son las bobinas alimentadas por corriente e imanes permanentes; sin olvidarnos que también están los campos variables en el tiempo que son emanados con bobinas que usan corriente alterna”(S. Pietruszewski .and K. Kania, 2010).

### **15.1 Aplicación de campos magnéticos a la agricultura**

En la agricultura se puede usar tratamientos con campos electromagnéticos que son estimulaciones externas y de bajo costo(Domínguez Arturo et al., 2010). Y “Para plantas que son cultivadas hay que tener en cuenta todos los factores que presenta un campo magnético”(Martínez Elvira et al., 2003).

### **16.1 Campos magnéticos en las plantas**

Las especies vegetales son evaluadas ante estímulos magnéticos para obtener resultados favorables y se determina que “Cada especie de planta reacciona de diferentes maneras a los campos geomagnéticos, así sean campos alternos o continuos, hablando magnéticamente”(Flórez et al., 2012).

Se considera que las plantas reaccionan de diferente forma cuando pasan por un campo magnético, los mecanismos que ocurren son la elevada actividad enzimática y de muchos procesos que se relacionan directamente a la división celular. No obstante, los investigadores reafirman que primero empieza por los cambios ocurrientes en la permeabilidad de las membranas y agilidad que se da en los mecanismos de transporte a través de las mismas, los iones que son involucrados en procesos bio-eléctricos se desplazan con eficiencia cuando son influenciados por un campo electromagnético.(Rodríguez-Flores et al., 2009)

Los campos geomagnéticos regulan la movilidad de la membrana, por lo tanto hay una mejor absorción de nutrientes(Goodman et al., 1993); a su vez actúa sobre materia y organismos biológicos en las diferentes etapas, desde la germinación(Domínguez Arturo et al., 2010).

Los campos magnéticos incrementan la energía contenida en los cloroplastos debido a 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 y la germinación por la acumulación de energía(Ragab Moussa, 2011a). En autoridad de campos magnéticos a nivel celular se estableció que ocurren transformaciones de células apicales y con una fuerte filtración de la membrana plasmática dependiendo de la intensidad del campo magnético.

### 17.1 Agua magnetizada. Proceso de los cambios en las propiedades físico-químicas del agua

El magneto hidrodinámico es el principio básico del agua magnetizada, cuando el agua es sometida a un campo magnético las partículas se cargan en energía. Lo que quiere decir que la fuerza del campo magnético atrae las cargas positivas y negativas a los extremos magnéticos o llamados polos (Elshokali et al., 2014).

Este tratamiento se basa en los cambios físicos y químicos que a su vez lo hace apropiada para el consumo humano, vegetal y animal. Lo cual modifica los enlaces de hidrógeno, tensión superficial, pH, polaridad, y solubilidad de sales. (Hozayn1 et al., 2010).

Es más, con solo someter el agua a campos magnéticos por fracciones de segundo, está ya se modifica en sus propiedades. Por otra parte mencionamos que los cambios o variaciones en las propiedades del agua dependen de: la gradiente del campo magnético e intensidad, velocidad, movimiento del agua, forma de los polos y tamaño, instalación y concentración de iones. (Insua et al., 2009).

El carbonato de calcio que está presente en forma de calcita se transforma en micro cristales de aragonito cuando el agua es sometida a un tratamiento magnético, ya que estos son arrastrados en forma de barro. (Martínez Elvira et al., 2003).

### 18.1 Efectos del agua magnetizada en la nutrición de las plantas

Regar con agua sometida a un campo magnético es una técnica eficiente y económica para la producción sobre todo porque modifica las propiedades físico químicas del agua y suelo (Hozayn, M., ABD EL Monem, A. Q., & El-Hameid, 2011). De igual manera Las moléculas del agua se ordenan cuando una corriente de agua cruza por un campo magnético con cierta dirección e intensidad lo cual cambia en sus propiedades. (Martínez Elvira et al., 2003). “Las plantas absorben los nutrientes de mejor manera y por ende su rendimiento productivo es favorable” (Yusuf et al., 2020).

Según (DSS, 2004), el tratamiento magnético genera:

- **Acción Ionizante.** Favorece la ionización frente a las sales. Sobre todo porque los iones son la forma en la cual la planta absorbe los nutrientes.

- **Regulación de pH.** Cuando tenemos un pH muy ácido este tiende a elevarlo, por el contrario baja cuando tenemos el pH básico. Como sabemos con un pH extremo los iones reaccionan químicamente para evitar la absorción de nutrientes.
- **Disminución de la tensión superficial.** El agua magnética tiene menor tensión superficial lo que agiliza la osmosis.

**Tabla.4. Efecto del agua magnetizada a diferentes intensidades, aplicada como agua para riego en los cultivos**

<b>Especie</b>	<b>Intensidad de campo magnético (Gauss)</b>	<b>Efecto</b>	<b>Referencia</b>
Haba (Vicia faba)	1000	Incremento en los constituyentes químicos, actividad fotosintética y en altura y peso de las plantas.	(Hozayn1 et al., 2010), (Hamed et al., 2015)
Garbanzo (Cicer arietinum)	500; 1000; 1500; 2500	Aumento en los constituyentes químicos, producción.	(Vashisth & Nagarajan, 2008)
Lechuga (Lactuca sativa)	600; 1200	Incremento en germinación y desarrollo de la planta.	(Matos et al., 2012)
Frijol (Phaseolus vulgaris)	300	Estimulación de la actividad enzimática y fotosintética, incremento en la eficiencia de translocación y en el rendimiento productivo.	(Ragab Moussa, 2011b)

Elaborado por: Tipán 2022

Fuente:(Joan González Guerra, 2016) (García, 2020)

La(DSS, 2004) , afirma que “Varios experimentos captaron los beneficios del agua magnetizada utilizada para riego agrícola y estos fueron:

- Agiliza el crecimiento vegetal
- Osmosis facilitada al disminuir la tensión superficial
- Frutos altamente desarrollados en su tamaño
- Promueve una resistencia a plagas y ciertas enfermedades
- Alta solubilidad de nutrientes en el suelo
- Raíces con alta capacidad de absorción
- Ahorro hasta en un 50% de agua de riego
- Durabilidad en procesos de conservación y almacenamiento de las cosecha
- Amplía las sustancias orgánicas en las plantas”.

### **19.1 Agua magnetizada en el suelo**

“En el suelos los microorganismos benéficos pueden acelerar su acción dinámica al pasar por un campo magnético ya que modifican los propiedades químico – biológico por la salinidad del suelo”(Zúñiga Escobar et al., 2009).

Los suelos que han sido aplicados con agua magnetizada mejoran sus propiedades físicas, su compactación es menor y la estructura de la misma mejora. Además disminuye la tensión superficial, la solubilidad de sales aumenta y genera una movilidad de iones.(Zúñiga Escobar et al., 2009).

El suelo comprimido se rompe y destapa al ser expuesto al agua magnética en donde las raíces pueden crecer con facilidad y según el principio que reduce la tensión superficial esta estimular a las raíces para una mayor penetración(Steduto et al., 2012).

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

**Tabla.11. PARÁMETROS DE LOS NIVELES DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO**

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

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

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

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

(3) SDT = Sólidos disueltos totales

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

(5) Afecta a la sensibilidad de los cultivos

(6) RAS, relación de absorción de sodio ajustada

**Fuente:**(Ministerio del Ambiente., 2003)

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

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

Fuente (Vallejo, E. y Muñoz, A. 2018)

### **1. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS:**

H.0.: La magnetización no producirá cambios en los parámetros físicos - químicos del suelo y agua.

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

H.0.: La aplicación de agua magnetizada no mejorara la floración hasta cosecha de Quinua (*Chenopodium quinua*) variedad pata de venado en la segunda etapa fenológica.

H.1.: La aplicación de agua magnetizada mejorara la floración hasta cosecha de Quinua (*Chenopodium quinua*) variedad pata de venado en la segunda etapa fenológica.

### **2. Operalización de variables**

#### **20.1 Factor A: Intensidad de los campos magnéticos**

- 1000 Gauss
- 3000 Gauss
- 5000 Gauss
- 0 Gauss (testigo)

## 21.1 Variable independiente

**Tabla.5. Operalización de variables (VI)**

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

Elaborado por: Tipán 2022

## 22.1 Variable dependiente:

**Tabla.6. Operalización de variables**

<b>INDICADOR</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>INTRUMENTO</b>	<b>INTRUMENTO METODOLÓGICO</b>	<b>TÉCNICA</b>
Altura de planta	cm	Cinta métrica	Libro de campo	Tabulación de datos en Excel
Diámetro de tallo	cm	Calibrador pie de rey	Libro de campo	Tabulación de datos en Excel
Volumen de la raíz	cm <sup>3</sup>	Probetas	Libro de campo	Tabulación de datos en Excel
Peso de panoja	g	Balanza digital	Libro de campo	Tabulación de datos en Excel

Altura de panoja	cm	Cinta métrica	Libro de campo	Tabulación de datos en Excel
Diámetro de la panoja	cm	Calibrador pie de rey	Libro de campo	Tabulación de datos en Excel
Peso de la semilla	g	Balanza digital	Libro de campo	Tabulación de datos en Excel
Contenido de clorofila	cci	Equipo de medición CCM 200 Plus	Medidor de clorofila	Libro de campo
<b>AGUA</b>				
PH	Indicadores	Peachimetro	Sistema de medidas	método potenciométrico
Dureza del agua	Grados hidrométricos	Ppm	Análisis de agua	Interpretación
<b>SUELO</b>				
Conductividad eléctrica del suelo	dS/m (decisiemens por metro)	Sonda Martek-SCT	Análisis de suelo	Interpretación

Elaborado por: Tipan 2022

### 3. MATERIALES

#### 23.1 11.1. Material biológico

- Plántulas de quinua de variedad INIAP Pata de Venado (*Chenopodium quinua*).

**24.1 11.2. Materiales de Campo**

- Fundas para vivero (14x16)
- Cinta métrica
- Calibrador pie de rey
- Cámara fotográfica
- Flexómetro
- Libro de campo
- Medidor de clorofila (CMM 200 Plus)
- Tensiómetro de agua y suelo

**25.1 11.3 Material de escritorio**

- Libro de campo
- Material bibliográfico
- Equipo de computación
- Impresora

**3.4. Sistema de riego**

- Sistema cinta de goteo
- Mangueras

**3.5. Equipo magnetizador**

- 1 imán de 1000 Gauss
- 2 imanes de 2000 Gauss cada uno

## 4. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

### 26.1 Ubicación del área experimental

#### 8.1.1 Ubicación política

- Provincia: Cotopaxi
- Cantón: Latacunga
- Parroquia: Salache

### 5. Ubicación geográfica

- Latitud:  $0^{\circ}59'55,95''S$
- Longitud:  $78^{\circ}37'25,42''O$
- Altitud: 2733 m.s.n.m.

**Figura 1. Ubicación del invernadero de granos andinos**



Fuente: Google Earth pro

### 6. Diseño experimental

En la presente investigación se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, el cual permite controlar en campo ciertos factores que dan variabilidad a la investigación.

El área experimental está delimitada de acuerdo al diseño de investigación constituido de 4 repeticiones, constituidos cada uno por 4 tratamientos y a su vez estos tienen 16 unidades experimentales. Con un arreglo factorial de 4 tratamiento y 4 repeticiones. Los datos se tabularon y analizaron con el programa estadístico Info Stat.

## **7. Tipo de investigación**

### **27.1 La investigación experimental**

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

### **28.1 Investigación descriptiva**

Se realizó métodos destructivos en los diferentes componentes en estudio, con característica fundamentales al mostrar una interpretación correcta y veras.

## **8. Métodos**

### **29.1 Método científico**

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

### **30.1 Analítico deductivo.**

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

## **9. Técnicas**

### **31.1 Diagnóstico.**

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

### 32.1 Observación.

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

### 33.1 Registros de datos.

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

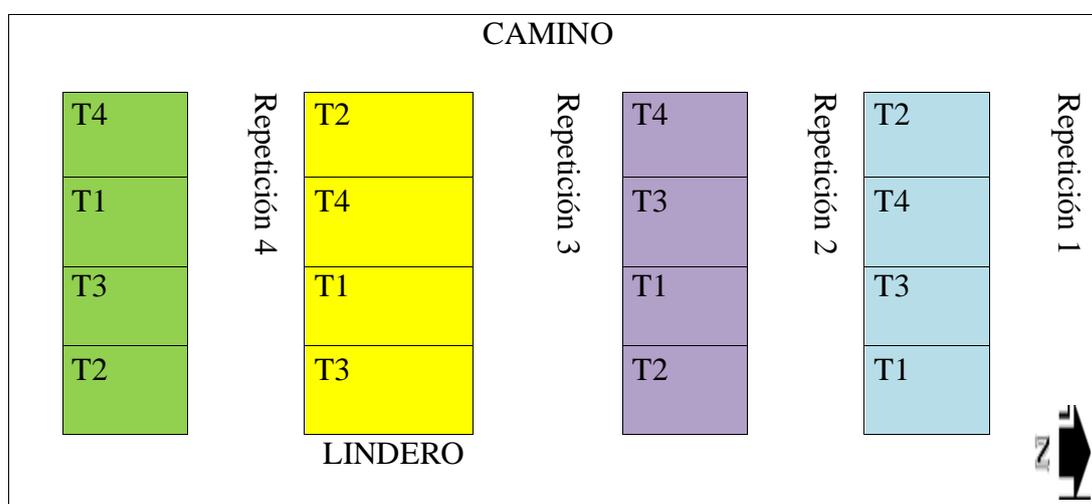
### 34.1 Tabulación de datos.

Se analizó de los datos obtenidos mediante un programa estadístico (Excel y InfoStat) para conocer los resultados obtenidos.

## 10. DISEÑO METODOLÓGICO

### 35.1 Diseño Experimental.

**Figura 2. Distribución de las unidades experimentales**



Elaborado por: Tipán 2021

- Tratamientos: 4
- Repeticiones: 4
- Total unidades experimentales por tratamiento: 16
- Tamaño de fundas: 14 x 16'

### 36.1 Factores de Estudio

**Factor A:** Intensidad de los campos magnéticos

- 1000 Gauss
- 3000 Gauss
- 5000 Gauss.
- Sin campos magnéticos

**Tabla.7.Tratamiento en estudio “A”**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
T1	Agua sin someter a campos magnéticos
T2	Agua magnetizada con 1 imán pequeño (1000 Gauss)
T3	Agua magnetizada con 1 imán pequeño + 1 imán grande (3000 Gauss)
T4	Agua magnetizada con 1 imán pequeño + 2 imanes grandes (5000 Gauss)

Elaborado por: Tipán 2022

### 11. Descripción de los tratamientos

El tratamiento 1 no contiene ninguna labor magnética, por otro sitio el tratamiento 2 es agua magnetizada con un imán pequeño de neodimio de 1000 Gauss de intensidad, el tratamiento 3 muestra al agua magnetizada con un imán pequeño de neodimio más un imán grande mineral obteniendo una intensidad de 3000 Gauss, el tratamiento 4 es agua magnetizada con un imán pequeño de neodimio, más dos imanes grandes minerales que dan una intensidad de 5000 Gauss.

**Tabla.8. Esquema de ADEVA**

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

Elaborado por: Tipán 2022

### 37.1 Parcela neta

En el área de trabajo se utilizó un total de 320 fundas de vivero con una medida de 14 x 16´ (pulgadas), lo cual son expresados en 28 x 32 cm. Con un número de 640 plántulas. Que fueron ubicadas en un espacio de 17 m de largo y 3 m de ancho dando un total de 51 m<sup>2</sup>.

## 12. MANEJO DEL EXPERIMENTO

**Tabla.9. Descripción del equipo magnetizador Mineral Magnet II**

<b>Producto</b>	Imán de mineral	Imán mineral magnet II 
<b>Dimensiones</b>	11.4 x 14 x 6.4 cm	
<b>Intensidad de campo magnético</b>	2000 Gauss	
<b>Peso</b>	454 g	

Elaborado por: Tipán 2022

La **tabla 9** muestra la descripción del imán de mineral, el mismo que tiene una dimensión de 11.4 x 14 x 6.4 cm, con un peso de 454 g y una intensidad de campo magnético de 2000 Gauss.

**Tabla.10. Descripción del equipo magnetizador Mineral Magnet I**

<b>Producto</b>	Imán de neodimio	<p>Imán de neodimio</p> 
<b>Intensidad de campo magnético</b>	1000 Gauss	
<b>Peso</b>	354 g	
<b>Dimensiones</b>	10 x 10 x 5 cm	

Elaborado por: Tipán 2022

La **tabla 10** describe al imán de neodimio, mismo que tiene las siguientes dimensiones 10 x 10 x 5 cm, con un peso de 354 g y para finalizar con una intensidad de campo magnético de 1000 Gauss.

### **13. Preparación de suelo.**

Se llenaron fundas de 14 x 16 cm con una mezcla de tierra normal y eco bonaza, se llenaron un total de 320 fundas con el 98% de su capacidad.

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

Se colocó 20 fundas de 14 x 16 por cada tratamiento, fundas grandes en cada tratamiento para evitar la contaminación con el riego, se instalaron un total de 4 tratamientos por 4 repeticiones con un total de 320 fundas.

#### **39.1 Siembra (Trasplante)**

En el proceso del trasplante cada funda contenía 2 planta, para después descartar el exceso de plantas prendidas, dejando una planta por funda. Las fundas contenían un 98% de tierra de su capacidad.

#### **40.1 Riego**

La frecuencia del riego se realizó 3 veces por semana desde el comienzo hasta el final de la investigación. Para determinar la capacidad de campo y suministrar agua al cultivo se utilizó un equipo tecnológico (tensiómetros). Se estableció que la aplicación del agua de

riego se realizó en 20 minutos hasta su punto de capacidad de campo en todos los tratamientos, el suministro de agua realizó en las horas de la mañana.

#### **41.1 Toma de datos**

La toma de datos de las variables para determinar el comportamiento agronómico de las plantas, se realizará cada 10 días después de haber determinado la primera fase fenológica del cultivo de quinua (*chenopodium quinua*), después se registró a los 60 días, 70 días, 80 días, 90 días y hasta la cosecha que fue en los 120 días. La determinación del contenido de clorofila se lo realizó cada 20 días, es decir a los 80 días, y hasta los 120 días.

#### **42.1 Cosecha**

La cosecha se realizó de acuerdo al ciclo fenológico del cultivo toman en consideración la dureza de la semilla que se registró a los 120 días después de su trasplante, para esta función en el campo el investigador con la ayuda de una oza se procedió al corte de las panojas de acuerdo a la metodología experimental.

#### **43.1 Post cosecha**

Después de ser cosechado en campo se procedió a un tiempo de secado de la panoja después de 7 días se procedió a la trilla del grano para finalizar con el pesado de la misma de acuerdo al diseño metodológico.

### **14. Variables agronómicas**

- Altura de planta (cm).
- Diámetro de tallo (cm).
- Longitud de la raíz (cm).
- Altura de panoja. (cm)
- Diámetro de panoja. (cm)
- Peso de panoja. (g)
- Peso de semilla. (g)
- Contenido de clorofila (CCI).

#### **44.1 23.1 Variables de Agua**

- pH

- Dureza del agua

#### **45.1 23.2. Variable de Suelo**

Conductividad eléctrica del suelo

### **15. Descripción de variables**

#### **46.1 Variables agronómicas**

##### **47.1 Altura de planta (cm)**

Se midió la altura en cm desde el cuello de la planta hasta el ápice con ayuda de un flexómetro, esta actividad se la realizó cada 10 días, 20 días, 30 días , 40 días, 50 días y hasta los 60 días, después de haber finalizado el porcentaje de prendimiento.

##### **48.1 Diámetro de tallo (cm)**

Se midió 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 se realizó cada 10 días, 20 días, 30 días, 40 días, 50 días y hasta los 60 días.

##### **49.1 Volumen de la raíz (cm)**

Se midió la raíz en centímetros cúbicos utilizando una probeta de 100(mm)(lt), se sumergió la raíz hasta el cuello de la planta, esta actividad de medición se realizó cada 20 días, 40 días y 60 días. Mediante un muestreo destructivo después de haber finalizado el porcentaje de prendimiento.

##### **50.1 Altura de panoja (cm)**

Se midió en centímetros utilizando un flexómetro, realizando la medición desde la base inicial de la panoja hasta el final, esta actividad de medición se izó cada 10 días.

##### **51.1 Contenido de clorofila**

Se determinará usando un medidor de clorofila (CCM 200 Plus), como dato final del ensayo. Se midió cada 20 días, 20 días, 40 días y 60 días.

## **52.1 Peso de Panoja (cm)**

Se pesó respectivamente en gramos en una balanza digital después de ser cosecha los datos fueron registrado en un libro de campo para su respectiva tabulación en una hoja calculo Excel.

## **15.1. Peso de la semilla**

Para esto se consideró primero la trilla de la semilla anualmente ya que se siguió la metodología experimental después se procedió a pesar en una balanza digital y se tomó los datos para escribirlo en su libro de campo.

## **53.1 Variables de agua.**

### **9.1.1 PH.**

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

### **10.1.1 Dureza del agua.**

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

## **54.1 Variables de suelo**

### **11.1.1 Conductividad eléctrica.**

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

### **12.1.1 Análisis estadístico**

Se aplicó las pruebas de Tukey al 5%, en el análisis estadístico el cual ayudo a determinar el mejor tratamiento en función de las variables, a evaluar las dimensiones de los imanes en el cultivo de quinua en sus etapas vegetativas.

En la investigación se utilizó el programa de Excel que es una herramienta de gran utilidad que permite facilitar los análisis de resultados por medio de las hojas de cálculo y programar las funciones propias ajustadas de acuerdo a las necesidades de la investigación. Se utilizó también el programa software estadístico INFOSTAT que ayudó a la obtención de resultados de estadísticas descriptivas, análisis de varianza (ADEVA) para los experimentos diseñados, permite la obtención de resultados y graficas respectivas.

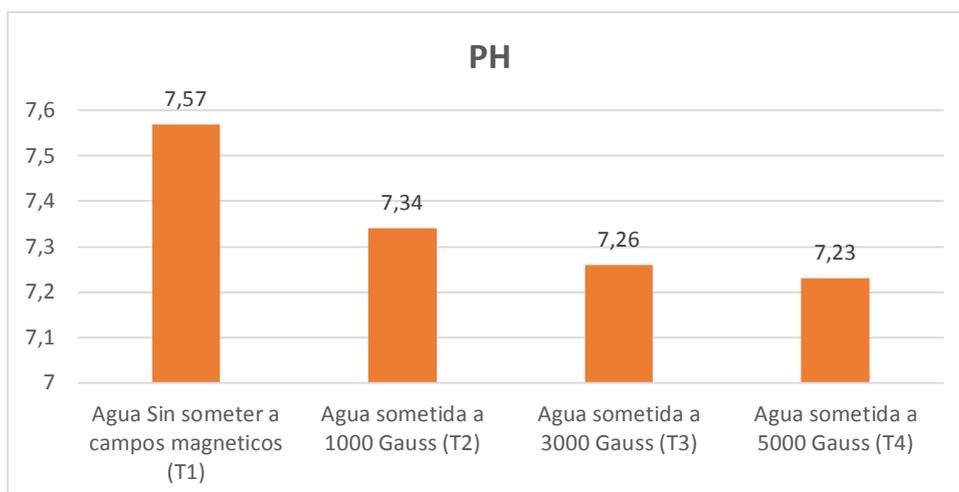
## 16. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Tabla.13. Análisis del comportamiento químico del agua.**

Parámetros	Sin magnetizar (T1)	1000 Gauss (T2)	3000 Gauss (T3)	5000 Gauss (T4)
PH	7,57	7,34	7,26	7,23
CE us/cm	203	656	655	670
TDS mg/l	103	333	329	334
Carbonatos	0	0	0	0
Bicarbonatos mg/l (HCO <sub>3</sub> )	186,2	176.4	186.2	186,2
Bicarbonatos meq/l (HCO <sub>3</sub> )	2,8	3,8	3,8	2,3
Alcalinidad Total meq/l	3,72	3,53	3.72	3,72
DUREZA TOTAL expresado en mg/L CaCO <sub>3</sub> ecuación	147	145	247	160

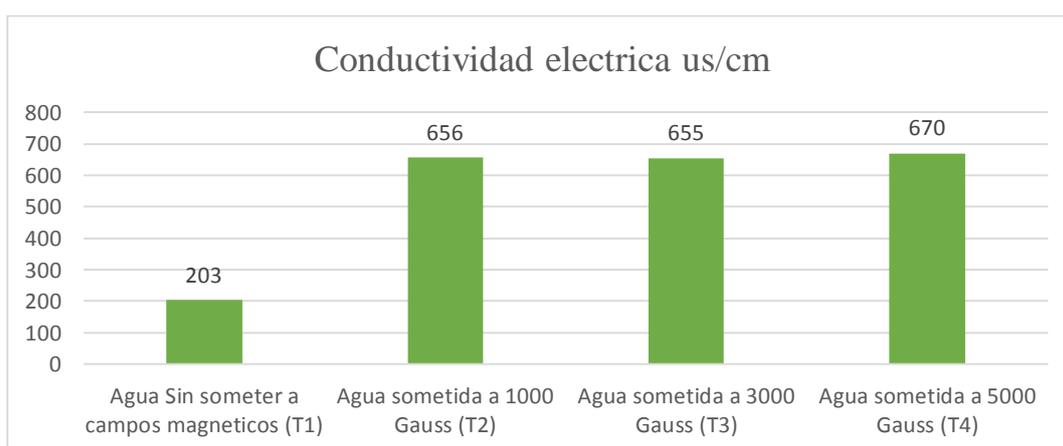
Elaborado por: Tipán 2022

El criterio para evaluar el pH (**tabla 13**) según (Ayers & Westcot, 1985), es de 6 a 8.5. El pH del agua de riego utilizada en el tratamiento 0 es 7.57 respectivamente, esta cambia al ser inducida por campos magnéticos con valores de 7.34 para el tratamiento 1, para tratamiento 2 el valor varió a 7.26 y por último el tratamiento 3 marcó un pH de 7.23. Esto coincide con los resultados de Haq, y otros. (2016), donde obtuvo un incremento de 7.5 a 7.82 utilizando un imán de 2000 Gauss durante una hora; por el contrario, Gonzales. (2016), en su estudio el pH con agua magnetizada redujo 0.32 unidades en promedio, que pasó de 6.81 a 6.49 al utilizar una intensidad magnética de 5000 Gauss.

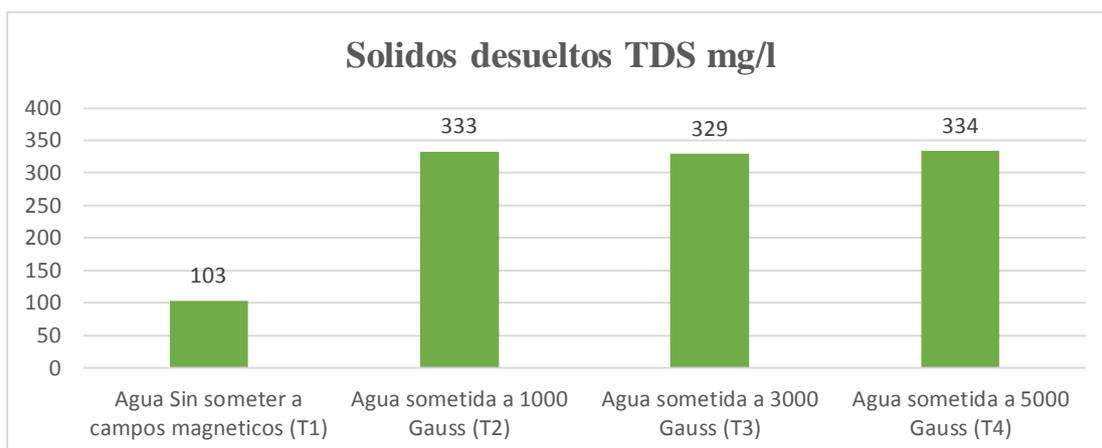
**Figura 3. Nivel de PH**

Elaborado por: Tipán 2022

Según (Ministerio del Ambiente., 2003) los parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego el nivel de PH es de 6,5 a 8,4. El tratamiento T1 sin someter a campos magnéticos tiene un PH de 7,57 que se encuentra en rango normal para el uso de agua de riego el tratamiento T2 con un campo magnético de 1000 gauss tiene un PH de 7,34 que se encuentra en un rango óptimo de para el riego. el tratamiento T3 con una intensidad magnética de 3000 gauss con un PH de 7,26 y el tratamiento T4 con intensidad magnética de 5000 gauss con un PH de 7,23 que se encuentra en un rango óptimo para el uso agrícola.

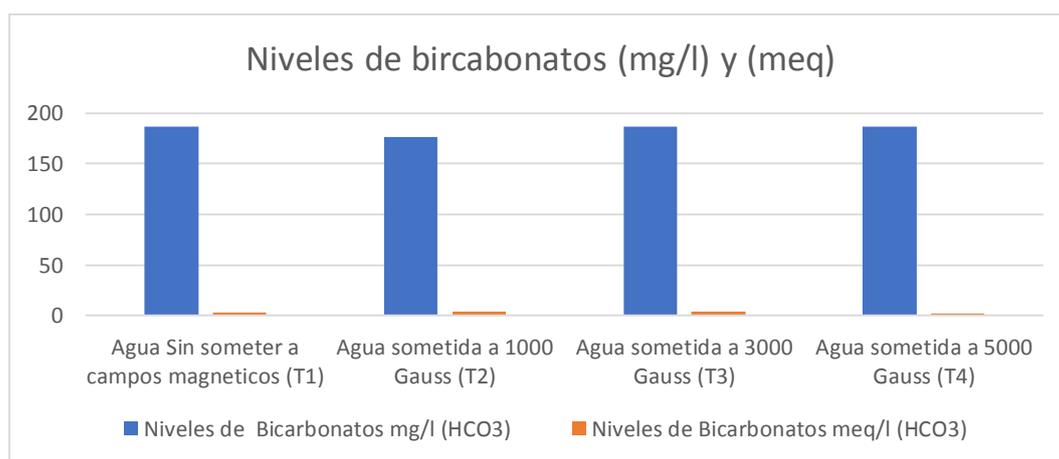
**Figura 4. Nivel de conductividad eléctrica**

Elaborado por: Tipán 2022

**Figura 5. Tabla de solidos disueltos**

Elaborado por: Tipán 2022

Según (Ministerio del Ambiente., 2003) el nivel de solidos disueltos totales en Tulsma en la tabla numero 6 tiene niveles de ninguno con 450, rango normal de 450-2000 y un rango severo mayor a 2000. El tratamiento T1 sin someter a un campo magnético contiene una concentración baja de 103 solidos disueltos. Seguido del tratamiento T2 con un campo magnético de 1000 Gauss, con una concentración baja de 333 de solidos disueltos. El tratamiento T3 con un campo magnético de 3000 Gauss con 329 de solidos disueltos se encuentra en condiciones bajas, el tratamiento T4 con un campo magnético de 5000 Gauss contiene una concentración baja de 210 de solidos disueltos totales.

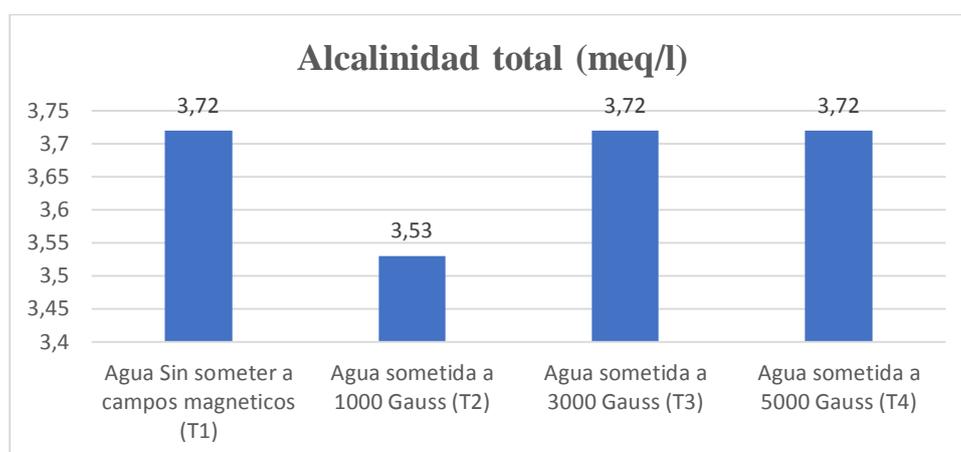
**Figura 6. Niveles de bicarbonato (mg) y (meq)**

Elaborado por: Tipan 2021

Según el nivel de bicarbonatos en Tulsma en la tabla numero 6 tiene niveles de ninguno con 1,5, rango normal de 1,5 - 8,5 y un rango severo mayor a 8,5. E tratamiento T1 sin someter a campos magnéticos con una concentración de 2,8 bicarbonatos (meq) y 186.2

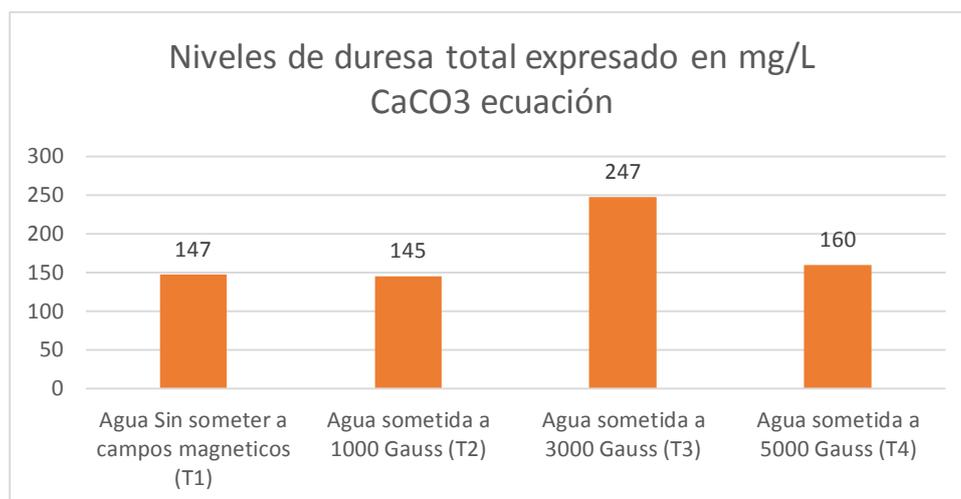
bicarbonatos (mg) que se encuentra dentro del rango normal. El tratamiento T2 con una intensidad magnética de 1000 Gauss con una concentración de 3,8 bicarbonato (meq) y 176.4 bicarbonatos (mg) que se encuentra dentro del rango normal. De igual forma el tratamiento T3 con una intensidad magnética de 3000 Gauss, con una concentración de 3,8 bicarbonato (meq) y 186.2 bicarbonatos (mg) que se encuentra dentro del rango normal. El tratamiento T4 con un campo magnético de 5000 Gauss tiene una concentración de 2,3 bicarbonato (meq) y 186.2 bicarbonatos (mg) que se encuentra dentro del rango normal.

**Figura 7. Niveles de alcalinidad total**



Elaborado por: Tipan 2022

El tratamiento T1 sin someter a campos magnéticos con una concentración de 3,72 de alcalinidad que se encuentra dentro del rango normal. El tratamiento T2 con una intensidad magnética de 1000 Gauss con una concentración de 3,53 de alcalinidad que se encuentra dentro del rango normal. De igual forma el tratamiento T3 con una intensidad magnética de 3000 Gauss, con una concentración de 3,72 que se encuentra dentro del rango normal. El tratamiento T4 con un campo magnético de 5000 Gauss tiene una concentración de 3,72 alcalinidad que se encuentra dentro del rango normal.

**Figura 8. Niveles de dureza total**

Elaborado por: Tipán 2022

Según (Vallejo, E. y Muñoz, A. 2018). El nivel de dureza es blandas 0-100, moderadamente duras 101-200 duras 201-300 y muy duras mayor a 300. El tratamiento T1 sin someter a campos magnéticos con una concentración de 147 de dureza que se encuentra en rango de agua moderadamente duras. El tratamiento T2 con una intensidad magnética de 1000 Gauss con una concentración de 145 de dureza, se encuentra en un rango moderadamente duras. De igual forma el tratamiento T3 con una intensidad magnética de 3000 Gauss, con una concentración de 247 de dureza, está dentro del rango dura. El tratamiento T4 con un campo magnético de 5000 Gauss tiene una concentración de 160 de dureza de agua, en el rango moderadamente dura.

### 16.1. Análisis del comportamiento de los elementos del suelo

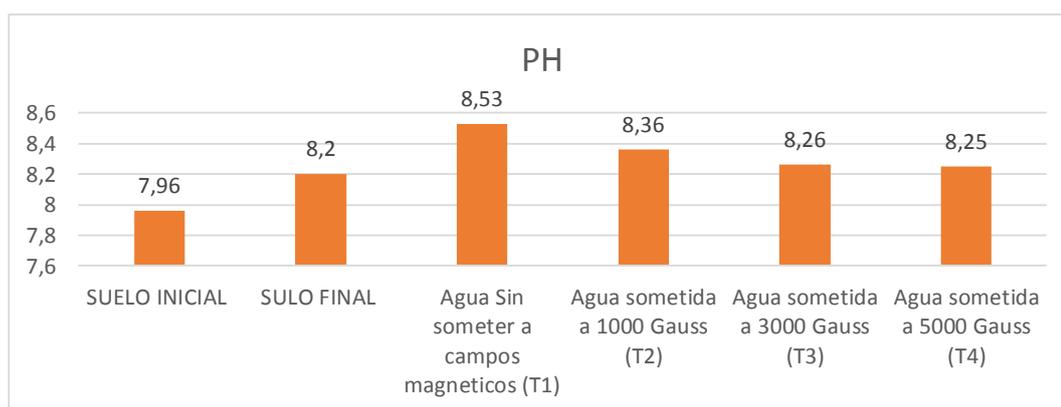
Se muestra que existe variación en los componentes analizados del suelo inicial del ensayo, las variables que fueron analizadas son pH, P, K, Ca, Mg, relación Ca/Mg, relación Mg/K, relación (Ca + Mg)/K y CE se indica que existe aumento y disminución de valores después de ser regado con agua sin someter a campos magnéticos y agua sometido a campos magnéticos con 3 intensidades.

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

PARÁMETROS	SUELO INICIAL	SUELO FINAL	Sin someter a campos magnéticos (T1)	1000 Gauss (T1)	3000 Gauss (T2)	5000 Gauss (T3)
PH	7,96	7.92	8,53	8,36	8,26	8,25
P (ppm)	18,00	42	32,00	25,00	38,00	33,00
K (meq/100g)	0,50	0.5	0,32	0,21	0,17	0,15
Ca (meq/100g)	3,50	7.9	9,10	9,10	8,41	7,88
Mg (meq/100g)	1,70	2.2	1,20	1,20	1,45	1,64
Ca/Mg (meq/100g)	2,10	3.6	7,58	7,60	5,80	4,80
Mg/K (meq/100g)	3,40	4.1	3,75	5,70	8,50	10,90
B (ppm)	0.9	1.9	1.9	8.6	8.7	8.2
(Ca+Mg)/K (meq/100g)	10,40	18.8	32,19	49,00	58,00	63,50
CE	0,33	0.33	0.28	0,27	0,32	0,29

Elaborado por : Tipán 2022

**Figura 9. Niveles de PH**

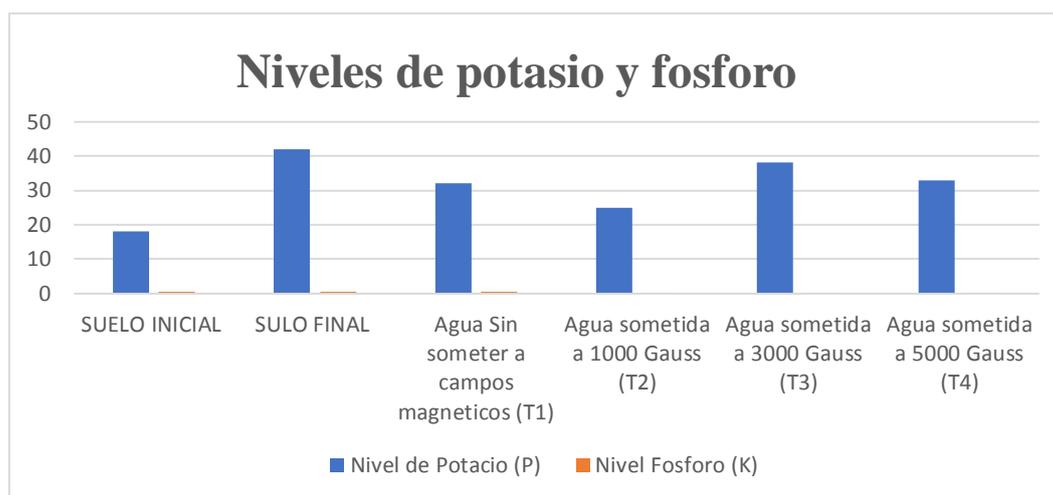


Elaborado por: Tipán 2022

En el caso del PH se observa en la suelo inicial con un Ph de 7,96 y el final es de 8.2, lo cual en el tratamiento T1 sin someter a campos magnéticos aumenta a un PH de 8,53, el

tratamiento T2 con una intensidad magnética de 1000 Gauss baja su nivel de PH a 8,36. El tratamiento T3 con una intensidad de 3000 Gauss baja el PH a 8,26 y el tratamiento T4 con una intensidad magnética de 5000 Gauss baja 8,25. Por el contrario de (Zúñiga Escobar et al., 2011), concretan una disminución de la tensión superficial, la solubilidad de sales aumenta y genera un movimiento de iones al usar campos magnéticos en el agua.

**Figura 10. Niveles de potasio y fosforo**



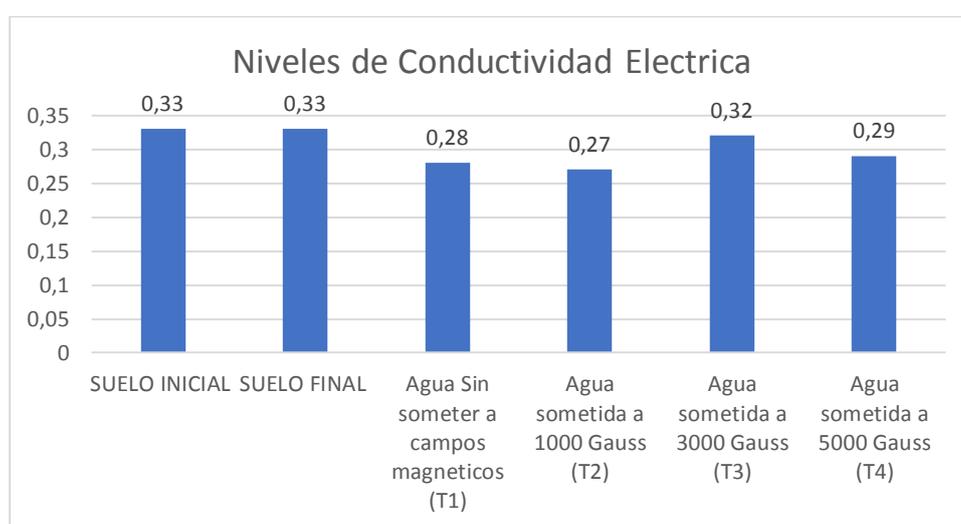
Elaborado por: Tipán 2022

En los niveles fosforo en el suelo inicial con una concentración de 18,00 (ppm) y en el suelo final con una concentración de 42 (ppm) lo cual en el tratamiento T1 sin someter a campos magnéticos aumenta su concentración de 32, 00(ppm), el tratamiento T2 con una intensidad magnética de 1000 Gauss baja su nivel de 25,00(ppm). El tratamiento T3 con una intensidad de 3000 Gauss aumenta su nivel a 38,00(ppm) y el tratamiento T4 con una intensidad magnética de 5000 Gauss baja 33,00(ppm). De tal forma (El-Kholy M F Samia's, 2015), analizaron el efecto del agua magnetizada en banano con dos niveles diferentes de nitrógeno, fósforo y potasio (100 y 80% de la dosis recomendada) encontrando un incremento positivo en todos los parámetros de estudio en comparación con las plantas regadas con agua sin tratar.

En los niveles potasio en el suelo inicial con una concentración de 0,50 (meq), en el suelo final tiene una concentración de 0.50 lo cual en el tratamiento T1 sin someter a campos magnéticos aumenta su concentración de 0,32 (meq) el tratamiento T2 con una intensidad magnética de 1000 Gauss baja su nivel de 0,21(meq). El tratamiento T3 con una intensidad de 3000 Gauss baja su nivel a 0,17(meq) y el tratamiento T4 con una

intensidad magnética de 5000 Gauss baja 0,15(meq).Según Sadanandan & Hamza. (1996), la producción de rizomas secos de 5.5 t/ha usa 245 kg de K, siendo el nutriente de mayor absorción. No obstante (Orlando Zúñiga y otros, 2016), con el tratamiento 156 mT-30 min la planta alcanzó la mayor altura con respecto a los otros tratamientos y control, esto podría indicar un aumento en la disponibilidad del potasio por el riego con agua magnetizada. De igual forma Hilal. (2013), en su investigación determinó usar agua de riego magnetizada para incrementar significativamente las concentraciones de K en comparación al testigo, halló los mejores resultados de 15 a 30 cm debajo del suelo.

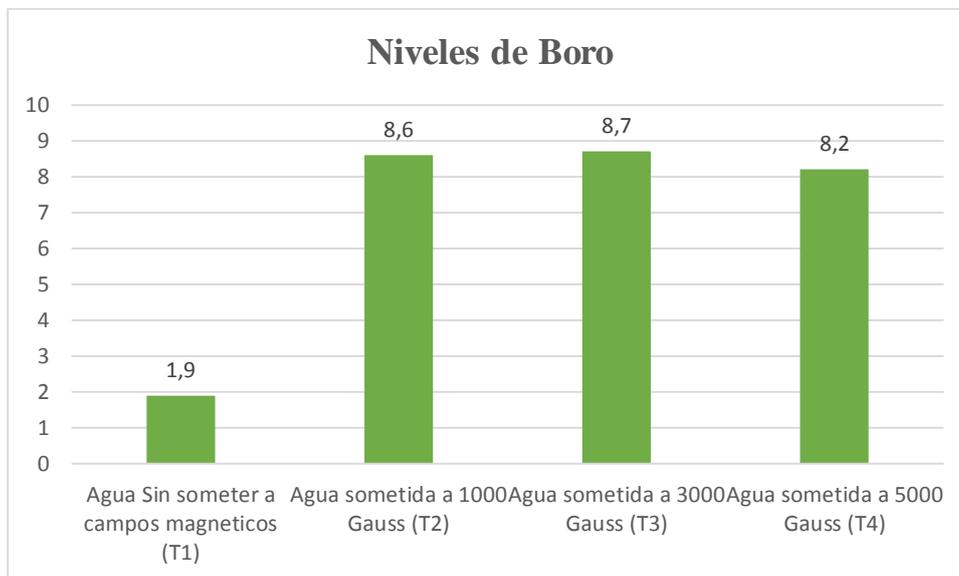
**Figura 11. Nivel de conductividad eléctrica**



Elaborado por: Tipán 2022

En los niveles de conductividad eléctrica en el suelo inicial con una concentración de 0,33 y una final de 0,33 lo cual en el tratamiento T1 sin someter a campos magnéticos disminuye su concentración de 0,28, el tratamiento T2 con una intensidad magnética de 1000 Gauss nivel de 0,27. El tratamiento T3 con una intensidad de 3000 Gauss aumenta su concentración a 0,32 y el tratamiento T4 con una intensidad magnética de 5000 Gauss baja 0,29. (Martínez Elvira et al., 2003), en su investigación al aplicar campos magnéticos (2190 Gauss) al suelo señaló La variación de la densidad de la corriente inducida en relación con la conductividad eléctrica presentó un alto coeficiente de correlación de 0.983 y un comportamiento prácticamente lineal, lo que demuestra lo acertado de emplear la excitación magnética como medio para estimar la conductividad eléctrica aparente del suelo.

**Figura 12. Niveles de Boro con diferentes intensidades de magnetismo.**



Elaborado por: Tipan 2022

La concentración del elemento boro (figura 12) en el T1 es de 1.9 mg/l, sin embargo, en los T2, T3 y T4 se aumentan notablemente los valores a 8.6 mg/l, 8.7 mg/l y 8.2 mg/l. El grado de restricción evaluado como severo para agua de riego es  $>3$  mg/l (Ministerio del Ambiente., 2003).(Alarcón Vera Antonio L., 2006), los síntomas de toxicidad van desde un amarillamiento de los bordes de las hojas y extremidades que progresa con quemaduras entre los nervios laterales hacia la nervadura central y evoluciona con un oscurecimiento y posterior necrosis, cayendo las hojas prematuramente. No obstante, en la investigación se llegó a apreciar los síntomas por toxicidad.

## 1.1 Altura de Planta

**2.1 Tabla.16. Análisis de varianza, altura de planta por días de acuerdo al suministro del agua al ser sometidos a campos magnéticos**

<b>DIA 70</b>				
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig</b>
REPETICIONES	96.14	3	0.2491	NS
TRATAMIENTO	1012.61	3	0.0005	*
Error	176.3	9		
<b>Total</b>	<b>1285.04</b>	<b>15</b>		
<b>CV%</b>	<b>7.63</b>			
<b>PROMEDIO</b>	<b>58</b>			
<b>DIA 80</b>				
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig</b>
REPETICIONES	134.92	3	0.1544	NS
TRATAMIENTO	866.81	3	0.0009	*
Error	181.73	9		
<b>Total</b>	<b>1183.46</b>	<b>15</b>		
<b>CV%</b>	<b>5.92</b>			
<b>PROMEDIO</b>	<b>75.9</b>			
<b>DIA 90</b>				
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig</b>
REPETICIONES	75.13	3	0.4712	NS
TRATAMIENTO	479.27	3	0.0169	*
Error	246.05	9		
<b>Total</b>	<b>800.45</b>	<b>15</b>		
<b>CV%</b>	<b>5.79</b>			
<b>PROMEDIO</b>	<b>90.3</b>			
<b>DIA 100</b>				
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig</b>
REPETICIONES	233.02	3	0.3099	NS
TRATAMIENTO	1870.59	3	0.0022	*
Error	505.89	9		
<b>Total</b>	<b>2609.49</b>	<b>15</b>		
<b>CV%</b>	<b>6.69</b>			
<b>PROMEDIO</b>	<b>112.1</b>			
<b>DIA 110</b>				
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig</b>
REPETICIONES	140.65	3	0.2738	NS
TRATAMIENTO	821.64	3	0.0047	*
Error	276.73	9		
<b>Total</b>	<b>1239.02</b>	<b>15</b>		
<b>CV%</b>	<b>4.44</b>			
<b>PROMEDIO</b>	<b>125</b>			
<b>DIA 120</b>				

F.V.	SC	gl	p-valor	Sig
REPETICIONES	136.39	3	0.233	NS
TRATAMIENTO	819.48	3	0.0029	*
Error	276.73	9		
Total	1419.72	15		
CV%	4.07			
PROMEDIO	126.5			

Elaborado por: Tipán 2022

El análisis de varianza en la altura de planta se presentó diferencias significativas entre las repeticiones y en los tratamientos, en los 70 días no presentó diferencias significativas con un coeficiente de variación 7.63%, de altura de planta y un promedio de 58,0%, en los 10 días después, a los 80 días no presentó diferencias significativas entre tratamientos y repeticiones con un coeficiente de variación del 5.92%, y un promedio de 75,9% lo cual es un valor dentro del rango de confiabilidad. A los 90 días la altura de planta no presentó diferencias no significativas entre los tratamientos y repeticiones, con un coeficiente de 5.79% y un promedio del 90,3%. A los 100 días, no presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos con un coeficiente 6.69% y un promedio del 112.1% de significancia. En los 110 días no se presentó diferencias significativas con un coeficiente de variación 4.44%, de altura de planta y un promedio de 125,0%, En los 120 días no presenta una variación entre tratamientos y repeticiones con un coeficiente del 4.07% y un promedio de 126.5% de altura de planta entre los tratamientos, lo cual son valores dentro del rango de confiabilidad.

**Tabla.17. Prueba de Tukey al 5% de altura de planta.**

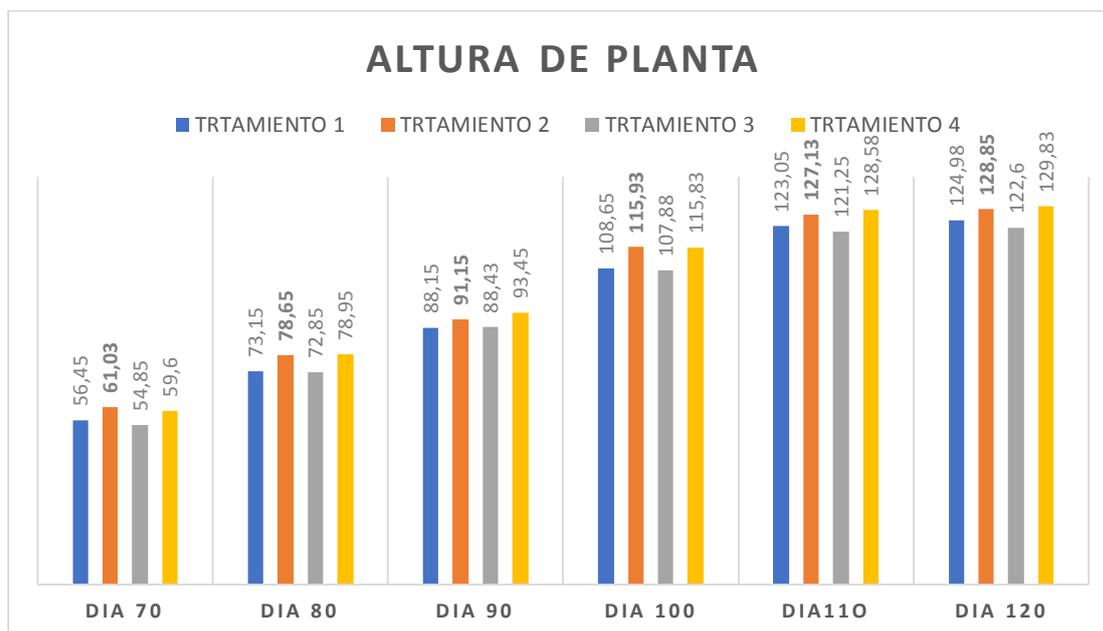
70			
Tratamientos	Medias		
4	45.33	A	
3	57.13	B	
1	64.05	B	
2	65.43	B	
80			
Tratamiento	Medias	Rango	
1	81.38	A	
2	83.43	A B	
3	74.18	B	
4	64.63	B	
90			
Tratamiento	Medias	Rango	
1	95.38	A	
2	94.93	A B	

	<b>3</b>	89	B
	<b>4</b>	81.88	B
	<b>100</b>		
<b>Tratamiento</b>	Medias	Rango	
<b>1</b>	117.05	A	
<b>2</b>	124.38	B	
<b>3</b>	111.85	B	
<b>4</b>	95	B	
	<b>110</b>		
<b>Tratamiento</b>	Medias	Rango	
<b>1</b>	128.33	A	
<b>2</b>	132.88	A B	
<b>3</b>	125.3	B	
<b>4</b>	113.5	B	
	<b>120</b>		
<b>Tratamiento</b>	Medias	Rango	
<b>1</b>	129.8	A	
<b>2</b>	134.88	A B	
<b>3</b>	126.2	B	
<b>4</b>	115.38	B	

Elaborado por: Tipán 2022

La prueba Tukey al 5%, a los 70 días demuestra que el tratamiento 2 tiene un rango de 61.03% no obstante hay otra categoría en el día 80 el tratamiento 4 tiene un rango del 78.95%. A los 90 días demuestran que el tratamiento 1 tiene un rango 93.45,9%, después en los siguientes tratamientos en los diferentes días. No obstante, hay promedio que está dentro del rango.

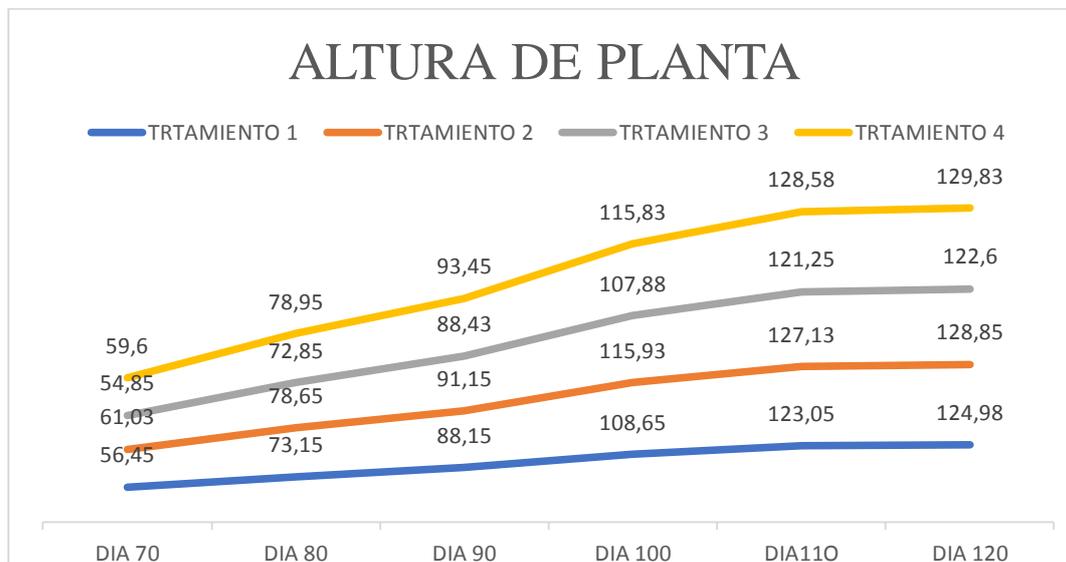
**Figura 1. Graficas de porcentajes de altura de planta durante el suministro de agua magnetizada.**



Elaborado por: Tipán 2022

En la **figura 16**, se muestra la altura de planta de quinua, en los 70 días, los promedios en el tratamiento 2 con una altura del 61.03 cm respectivamente, mostrando en el tratamiento 1,3 y 4 con un promedio de 56.45 cm, 54.85cm y 59.6 cm. A los 80 días en el tratamiento 2, de 78.65 cm respectivamente y los tratamientos 1 y 3 con un promedio de 73.15 cm, 72.85 cm y el tratamiento 4 con un promedio de 78.95 cm. A los 90 días, el tratamiento 4 con un porcentaje de 93.45 cm, los tratamientos 1,2 y 3 con porcentaje del 88.15 cm, 91.15 cm y 88.43 cm de altura de planta. En los 100 días los tratamientos 2 y 4 con un porcentaje de 115.93 cm y 115.83 cm no obstante hay tratamientos que presentan significancia el tratamiento 1 y 3 con un porcentaje 108.65 cm y 107.88 cm de altura de planta suministrando agua en campos magnéticos.

**Figura 1. Graficas de porcentajes de altura de planta durante el suministro de agua magnetizada.**



Elaborado por: Tipán 2021

En la **figura 17**. El agua magnetizada penetra el suelo, aumenta la retención de humedad, tiene una alta solubilidad de los nutrientes en el suelo. Afirmación que recalca (G Calvache, 2000), cuando la humedad en el suelo es deficiente la planta empieza a transpirar rápidamente, la absorción de agua por las raíces es lenta, lo que retrasa el desarrollo de los tallos y crecimiento de otros órganos. Por el contrario en el estudio de (Orlando Zúñiga y otros, 2016), el tratamiento de agua magnetizada con una intensidad de 1560 Gauss – 30 mins mostró mejores resultados en todas las mediciones de altura de planta en comparación a tratamientos de 1560 Gauss – 15 mins y 1560 Gauss – 10 mins. Lo mismo adiciona Alvarado & Blanco. (2012), con solamente 1200 Gauss en el agua, las plantas de romero y llantén tuvieron mejor desarrollo morfológico en sus alturas. No obstante (Marei, 2014)., no encontraron efectos

Significativos claros sobre la altura de planta, número de frutos, tamaño de frutos, número y grosor de las paredes de chile (*Capsicum annuum*).

En general los resultados muestran un alto porcentaje de altura en todos los tratamientos, en el tratamiento 2 tenemos un alza hasta el día 100 con un promedio de 115.93% y 115.83 %, en el tratamiento 4 al día 110 tenemos un promedio 127,13% En los tratamientos siguientes es evidente que el uso del agua sometida a campos magnéticos el de 5000 Gauss genera un crecimiento eficaz al pasar los días de suministro de agua. El campo magnético de 1000 Gauss genera un crecimiento eficaz por lo que empieza el desarrollo, en los demás tratamientos presenta un rango eficaz con diferentes alturas de crecimiento.

### 3.1 Diámetro de Tallo.

**Tabla.18. Análisis de varianza, diámetro de tallo por días de acuerdo al suministro del agua al ser sometidos a campos magnéticos.**

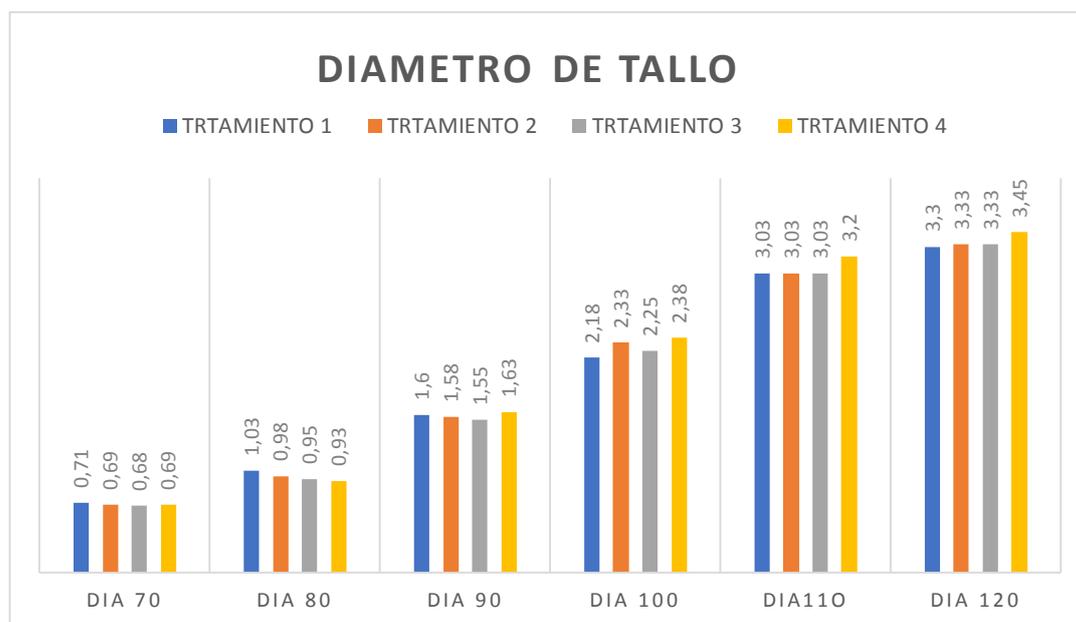
<b>DIA 70</b>				
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig</b>
<b>REPETICIONES</b>	0.13	3	0.7614	NS
<b>TRATAMIENTO</b>	0.29	3	0.0001	*
<b>Error</b>	0.01	9		
<b>Total</b>	0.3	15		
<b>CV%</b>	4.85			
<b>PROMEDIO</b>	0.69			
<b>DIA 80</b>				
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig</b>
<b>REPETICIONES</b>	0.295	3	0.295	NS
<b>TRATAMIENTO</b>	0.0008	3	0.0008	*
<b>Error</b>	0.0008	9		
<b>Total</b>	0.295	15		
<b>CV%</b>	7.35			
<b>PROMEDIO</b>	0.98			
<b>DIA 90</b>				
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig</b>
<b>REPETICIONES</b>	0.01	3	0.631	NS
<b>TRATAMIENTO</b>	0.04	3	0.1788	NS
<b>Error</b>	0.06	9		
<b>Total</b>	0.12	15		
<b>CV%</b>	5.25			
<b>PROMEDIO</b>	1.58			
<b>DIA 100</b>				
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig</b>
<b>REPETICIONES</b>	0.09	3	0.4063	NS
<b>TRATAMIENTO</b>	0.08	3	0.4772	NS
<b>Error</b>	0.26	9		
<b>Total</b>	0.42	15		
<b>CV%</b>	7.39			
<b>PROMEDIO</b>	2.27			
<b>DIA 110</b>				
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig</b>
<b>REPETICIONES</b>	0.09	3	0.5143	NS
<b>TRATAMIENTO</b>	0.01	3	0.9788	NS
<b>Error</b>	0.34	9		
<b>Total</b>	0.43	15		
<b>CV%</b>	6.29			
<b>PROMEDIO</b>	3.06			

<b>DIA 120</b>				
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig</b>
<b>REPETICIONES</b>	0.06	3	0.6112	NS
<b>TRATAMIENTO</b>	0.03	3	0.8327	NS
<b>Error</b>	0.26	9		
<b>Total</b>	0.34	15		
<b>CV%</b>	5.07			
<b>PROMEDIO</b>	3.34			

Elaborado por: Tipán 2022

El análisis de varianza (**Tabla 18**) en el diámetro de tallo se presentó diferentes porcentajes significativos en el diámetro de tallo no presenta diferencias significativas entre los tratamientos y repeticiones con un coeficiente de variación 4,85%, y un promedio 0,69 de diámetro de tallo en los 80 días después del prendimiento de la planta, a los 80 días no presentó diferencias significativas entre tratamientos y repeticiones con un coeficiente de variación del 7,35% y promedio de 0,98%, a los 90 días no presenta diferencias significativas en los tratamientos y repeticiones, con un coeficiente de variación de 5,25%, con un promedio de 1,58%, en los 100 días no hay diferencias significativas con un porcentaje de 7,39%, y un promedio de 2,27%, a los 110 días no presenta diferencias entre los tratamientos con un porcentaje de 6,29%, y un promedio de 3,06%, en los 120 días no presenta diferencias significativas en los tratamientos con porcentaje del 5,07% en el diámetro de tallo con un promedio 3,34%. Por lo tanto en los tratamientos y repeticiones no existen diferencias significativas en el diámetro de tallo se encuentran en los rangos normales al suministrar agua sometida a campos magnético

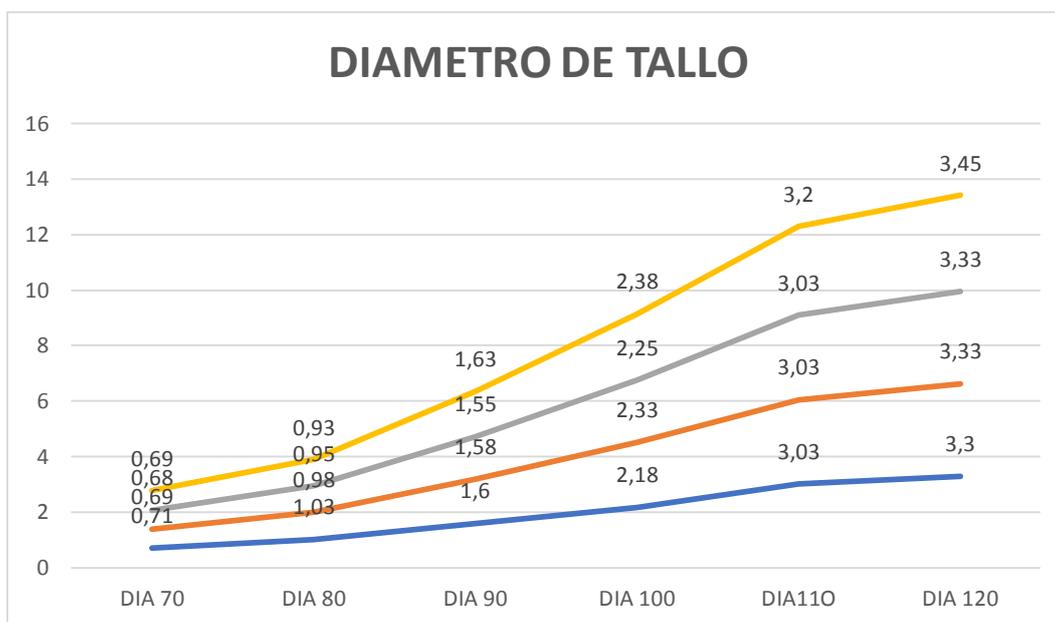
**Figura 1. Graficas de diámetro de tallo el suministro de agua magnetizada**



Elaborado por: Lino 2021

En la **figura 18**, se muestra el porcentaje de diámetro de tallo de quinua, en los 70 días después del trasplante los diámetros en los tratamientos presentan con 0,69 cm respectivamente, mostrando una significancia. En el día 80, los tratamientos 1, 2, 3 y 4 presentan con 1,03 cm, con un rango de significancia. En el día 90 días, los tratamientos 1, 2, y 4 presentan de 1.06 cm y el tratamiento 3 con un porcentaje de 1.63 % con un rango de significancia. A los 100 días, el tratamiento 1, 3 y 4 presenta un promedio 2.38 cm de significancia en el tratamiento 2 presentan de 2.33 cm, de significancia. En los 110 días, el tratamiento 1, 2 y 3 presenta de 3.03 cm y el tratamiento 4 presenta de 3.2 cm. A los 120 días el tratamiento 1, 2, 3 presenta de 3.33 cm, el tratamiento 4 con un promedio de 3 .45 cm de diámetro de tallo suministrando agua al cultivo sometida a campos magnéticos.

**Figura 2. Graficas de diámetro de tallo el suministro de agua magnetizada**



Elaborado por: Tipán 2022

En la **figura 19**, La aplicación de campos magnéticos al agua de riego supone mejoras en las características de altura, diámetro de tallo, brotes, entre otras (Maheshwari & Grewal, 2009); lo cual refleja en los resultados obtenidos comparando los tratamiento de agua magnetizada al tratamiento de agua sin inducción magnética. Sin embargo (S. Jacobsen et al., 2001), establecen la variabilidad del diámetro de tallo con los genotipos, distanciamiento de siembra, fertilización, condiciones de cultivo, variando de 1 a 8 cm de diámetro. En general los resultados muestran un diámetro de tallo para todos los tratamientos, es evidente que el uso del agua sin someter a campos magnéticos es correspondientemente eficaz con un promedio alto por lo que empieza el desarrollo del cultivo, mientras que los tratamientos 2 con intensidad magnética de 1000 Gauss, el tratamiento 4, con una intensidad magnética de 5000 Gauss se encuentra en un promedio eficaz para el desarrollo del tallo, y el tratamiento 3 con intensidad magnética de 3000 Gauss demostraron una baja en el porcentaje del diámetro de tallo.

#### 4.1 Volumen de Raíz

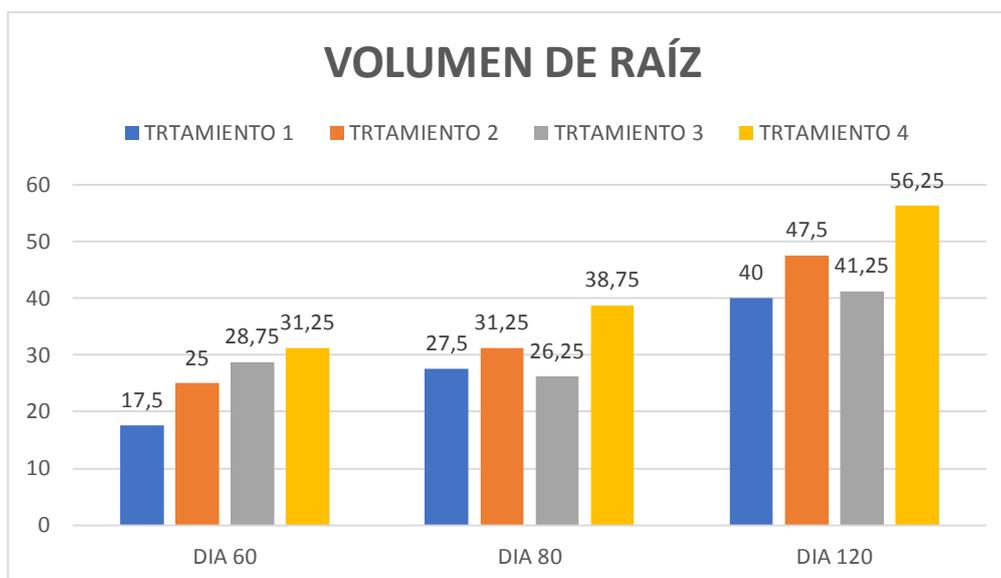
**Tabla.20. Análisis de varianza, volumen de raíz por días de acuerdo al suministro del agua al ser sometidos a campos magnéticos.**

F.V.	DIA (80)				DIA (100)				DIA (120)			
	SC	gl	p-valor	Si g	SC	gl	p-valor	Si g	SC	gl	p-valor	Si g
REPETICIONE			0.011	N							0.91	
S	1387.5	3		6 S	592.19	3	0.747	NS	131.25	3		7 NS
TRATAMIENT							0.848	N				
O	662.5	3	0.077	*	379.69	3		6 S	431.25	3	0.66	*
Error	625	9			4289.06	9			2381.2	5		9
									2943.7	1		
Total	2675	5			5260.94	5			5	5		
CV%	18.02				70.56				63.38			
	46.				30.				25.			
PROMEDIO	3				9				6			

Elaborado por: Tipán 2022

El análisis de varianza (**Tabla 21**) en el volumen de raíz se presentó diferencias significativas entre los tratamientos y en repeticiones si presenta con un coeficiente de variación 18,02%, de volumen de raíz con un promedio de 46.3% en los 20 días después. A los 100 días no presentó diferencias significativas entre tratamientos y en repeticiones si presenta con un coeficiente de variación del 70,56,3%, con un promedio de 30,9%. A los 120 días no presenta diferencias significativas en los tratamientos y repeticiones, si presenta con un coeficiente de variación de 63.38% y un promedio 25.6% en el volumen de raíz suministrando agua en campos magnéticos.

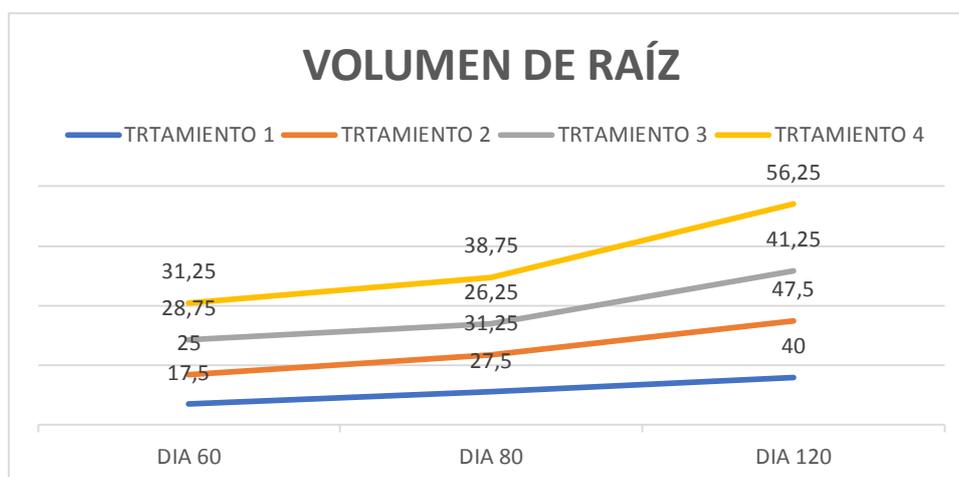
**Figura 1. Graficas de volumen de raíz el suministro de agua magnetizada**



Elaborado por: Tipán 2022

En la **figura 21**, se muestra el porcentaje de volumen de raíz de quinua, en los 60 días después del trasplante los porcentajes en el tratamiento 4 presenta un volumen de 31,25% el tratamiento 2 y 3 presentan de 28.75 cm<sup>3</sup> y 25 cm<sup>3</sup>, mostrando que no existe una significancia, el tratamiento 1 presenta un promedio del 17.5 cm<sup>3</sup> de significancia. En el día 80 días, el tratamiento 4 presenta de 38,75 cm<sup>3</sup> de significación, los tratamientos 1 y 2 presentan de 31.25 cm<sup>3</sup> y 27.5 cm<sup>3</sup> de significancia, el tratamiento 3 presenta de 26.25 cm<sup>3</sup> de significancia. En día 120, el tratamiento 4 presenta 56.25 cm<sup>3</sup> de significancia, en el tratamiento 3 con de 47.5 cm<sup>3</sup>, tratamiento 1 y 2 presentan del 41.25cm<sup>3</sup>y 40 cm<sup>3</sup> de significancia, suministrando agua al cultivo sometida a campos magnéticos.

**Figura 2. Curva de crecimiento para volumen de raíz**



Elaborado por: Tipán 2022

(Vélez, 1993). Detallan que el agua magnetizada para riego favorece el desarrollo de la raíz, también contribuye a la regulación tanto de la afinidad de los transportes de iones, a través de las membranas de la raíz. Los efectos del agua tratada con campo magnético según (Rosa de los A. Quiala Pérez, Elizabet Isaac Alemán & Simón Ricardo , Ismael Regueiferos Fernández, 2011), en su estudio, muestran una longitud radicular de 122.7 cm con tratamiento de agua magnetizada con una inducción magnética de 500 Gauss a diferencia del tratamiento sin inducción magnética que marco 82.2 cm de longitud radicular en el cultivo de *Cucumis Sativus*. (Fung et al., 2008) Determinaron en su investigación que, al tratar agua con una inducción magnética de 1200 Gauss a plantas de romero, la longitud de la raíz se desarrolla mejor que agua sin inducción magnética.

En general los resultados descubren el volumen de raíz para todos los tratamientos, es indiscutible que el uso del agua sometida a campos magnéticos el de 5000 Gauss genera un rendimiento eficaz por lo que emprende el desarrollo, mientras que los tratamientos 2, con intensidad magnética de 1000 Gauss; muestra buen rendimiento eficaz, el tratamiento 1, sin intensidad magnética, y el tratamiento 3 con intensidad magnética de 3000 Gauss demostraron una baja en el porcentaje de volumen de raíz.

### 5.1 Contenido de Clorofila

**Tabla.22. Análisis de varianza, contenido de clorofila por días de acuerdo al suministro del agua al ser sometidos a campos magnéticos.**

F.V.	DIA (80)				DIA (100)				DIA (120)			
	SC	gl	p-valor	Sig	SC	gl	p-valor	Sig	SC	gl	p-valor	Sig
REPETICIONES	0.89	3	0.5512	NS	9.1	3	0.0515	NS	125.88	3	0.0521	NS
TRATAMIENTO	3.38	3	0.0988	NS	4.69	3	0.0084	*	0.25	3	0.9991	NS
Error	3.59	9			3.69	9			99.49	9		
Total	7.86	15			17.47	15			225.61	15		
CV%	3,88				4,48				14,44			
PROMEDIO	16,3				14,3				23			

Elaborado por: Tipan 2021

El análisis de varianza (**Cuadro 22**) en el contenido de clorofila no se presentó diferencias significativas entre tratamientos y repeticiones con un coeficiente de variación 4,38%,

con un promedio de 16.3% contenido de clorofila en los 80 días después del trasplante. A los 100 días si presentó diferencias significativas entre tratamientos y repeticiones con un coeficiente de variación del 4.48% y un promedio de 14.3%. A los 120 días no presenta diferencias significativas en los tratamientos y repeticiones con un coeficiente de 14.44% y un promedio de 23 % en el contenido de clorofila suministrando agua sometido a campos magnéticos

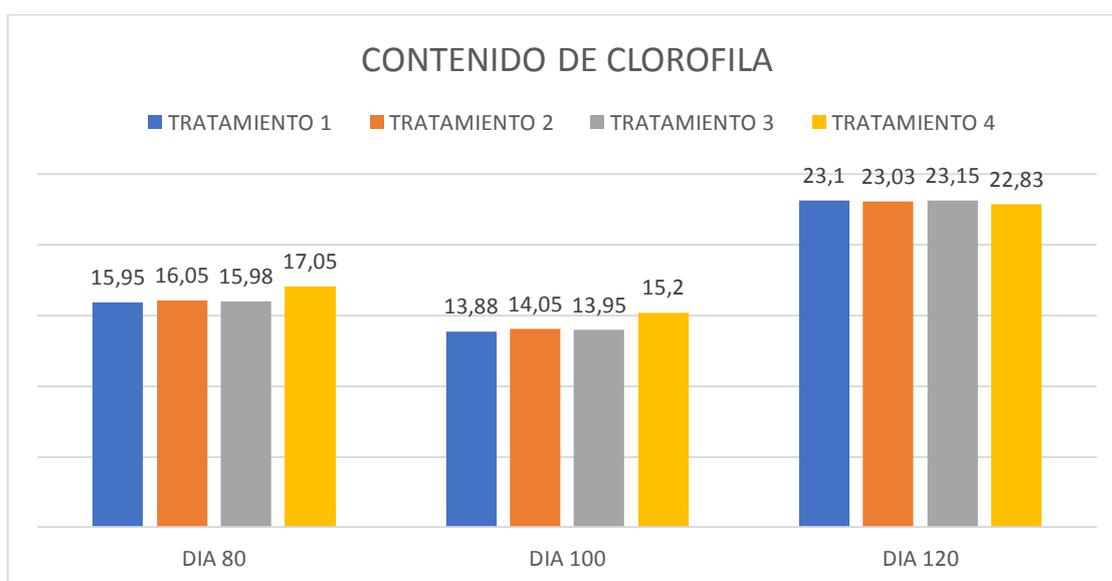
**Tabla.23.Prueba de Tukey al 5% contenido de clorofila.**

TRATAMIENTO	Medias	Rango	
4	35	A	
3	41.25	A	
2	48.75	A	B
1	60		B

Elaborado por: Tipán 2021

La prueba Tukey al 5% para el contenido de clorofila **Tabla 24**, en los días 20 y 60 no se encuentran significancia tanto en tratamientos con en repeticiones. A los 40 días demuestra el tratamiento 4 con un promedio de 15.2%, de rangos significativos, el tratamientos 2 con porcentaje de 14.1%, se encuentran dentro del rango significativo, el tratamiento 3 con un porcentaje de 14% significancia, tratamiento 1 un promedio de 13.9%,

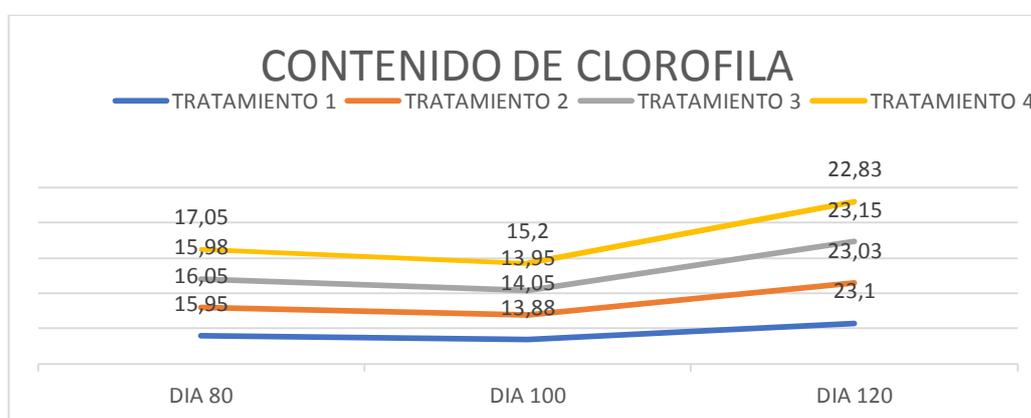
**Figura 1. Graficas de contenido de clorofila el suministro de agua magnetizada.**



Elaborado por: Tipán 2022

En la **figura 25**, se muestra el porcentaje de contenido de clorofila de quinua, en los 80 días después del trasplante el contenido de clorofila en el tratamiento 4 presenta un promedio de 16.6(CCI) el tratamiento 3 presentan con porcentaje del 16.0(CCI), mostrando una significancia, el tratamiento 2 presenta un promedio del 16.1(CCI) y 16.0(CCI) de significancia. En el día 100 días, el tratamiento 4 presenta un porcentaje de 15.2(CCI) de significación, los tratamientos 2 y 3 presentan de 14.0(CCI) de significancia, el tratamiento 1 presenta un promedio de 13.9(CCI) de significancia. En día 120, el tratamiento 1y 3 presenta un promedio 23.1(CCI) de significancia, en el tratamiento 4 con un promedio de 22.8(CCI) de significancia, suministrando agua sometida a campos magnéticos.

**Figura 2. Curva de crecimiento para contenido de clorofila.**



Elaborado por: Tipán 2022

Es importante la elección del momento en la temporada y del sector en los cuales se realizarán las mediciones, principalmente por la alta variabilidad en los contenidos de clorofila que se presentan en los brotes, aconsejándose realizarlo en las hojas del sector basal del brote (bajo la inserción del racimo) a partir de plena flor (Callejas, Kania, Contreras, Cecelia, & Luis, 2013).

En general los resultados muestran el contenido de clorofila para todos los tratamientos 3 y 1, es evidente que el uso del agua sometida a campos magnéticos el de 3000 Gauss y sin someter a campos magnéticos genera un rendimiento eficaz por lo que empieza el desarrollo, mientras que los tratamientos 2, con intensidad magnética de 1000 Gauss; muestra buen rendimiento eficaz, el tratamiento 1, sin intensidad magnética, y el tratamiento 3 con intensidad magnética de 5000 Gauss evidenciaron una baja en el porcentaje de contenido de clorofila.

### 6.1 Altura de Panoja

**Tabla.16. Análisis de varianza, altura de panoja por días de acuerdo al suministro del agua al ser sometidos a campos magnéticos**

<b>DIA 70</b>				
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig</b>
<b>REPETICIONES</b>	13.15	3	0.2857	NS
<b>TRATAMIENTO</b>	4.82	3	0.0452	*
<b>Error</b>	9.79	9		
<b>Total</b>	27.76	15		
<b>CV%</b>	4.01			
<b>PROMEDIO</b>	25.9			
<b>DIA 80</b>				
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig</b>
<b>REPETICIONES</b>	13.75	3	0.473	NS
<b>TRATAMIENTO</b>	4.03	3	0.0814	NS
<b>Error</b>	13.27	9		
<b>Total</b>	31.04	15		
<b>CV%</b>	4.38			
<b>PROMEDIO</b>	27.7			
<b>DIA 90</b>				
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig</b>
<b>REPETICIONES</b>	17.27	3	0.5613	NS
<b>TRATAMIENTO</b>	3.46	3	0.0578	NS
<b>Error</b>	14.27	9		
<b>Total</b>	35	15		
<b>CV%</b>	4.32			
<b>PROMEDIO</b>	29.1			
<b>DIA 100</b>				
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig</b>
<b>REPETICIONES</b>	20.62	3	0.5903	NS
<b>TRATAMIENTO</b>	3.53	3	0.048	*
<b>Error</b>	15.74	9		
<b>Total</b>	39.89	15		
<b>CV%</b>	4.41			
<b>PROMEDIO</b>	29.9			
<b>DIA 110</b>				
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig</b>
<b>REPETICIONES</b>	18.6	3	0.642	NS
<b>TRATAMIENTO</b>	3.03	3	0.06	NS
<b>Error</b>	15.63	9		
<b>Total</b>	37.26	15		
<b>CV%</b>	4.27			

<b>PROMEDIO</b>	30.8			
<b>DIA 120</b>				
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig</b>
<b>REPETICIONES</b>	20.09	3	0.0195	*
<b>TRATAMIENTO</b>	6.17	3	0.2342	NS
<b>Error</b>	10.83	9		
<b>Total</b>	37.1	15		
<b>CV%</b>	3.45			
<b>PROMEDIO</b>	31.7			

Elaborado por: Tipan 2022

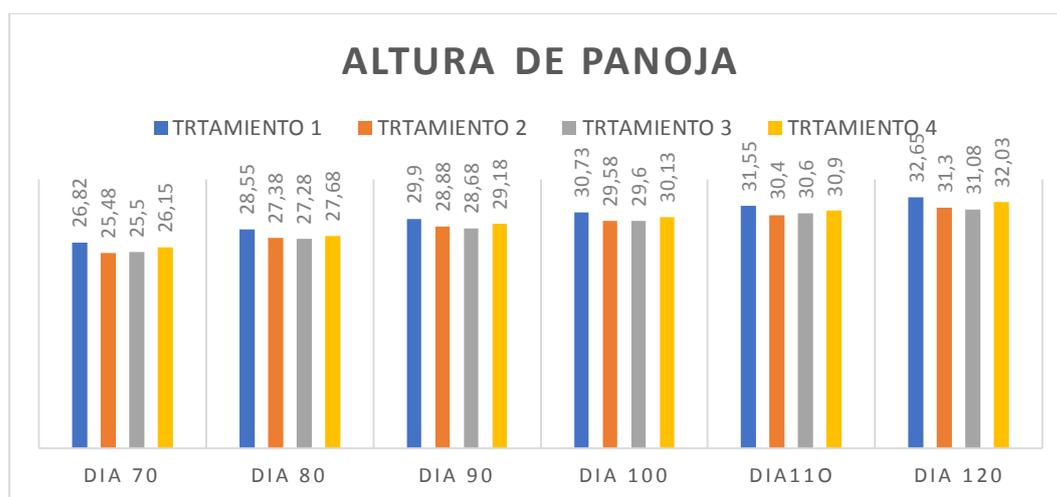
El análisis de varianza (**tabla 16**) en la altura de la panoja se presentó diferencias significativas entre las repeticiones y en los tratamientos, no presento diferencias significativas con un coeficiente de variación 4.01%, de altura de panoja y un promedio de 25.9%, en los 70 días, a los 80 días no presentó diferencias significativas entre tratamientos y repeticiones con un coeficiente de variación del 4.38%, y un promedio de 27.7% lo cual es un valor dentro del rango de confiabilidad. A los 90 días la altura de panoja no presento diferencias no significativas entre los tratamientos y repeticiones, con un coeficiente de 4.32% y un promedio del 29.1%. A los 100 y 110 días, no presento diferencias altamente significativas entre los tratamientos con un coeficiente 4.41% y 4.27% un promedio del 29.9% y 30.8% de significancia. En los 120 días no presenta una variación entre tratamientos y repeticiones con un coeficiente del 3.45% y un promedio de 31.7% de altura de panoja entre los tratamientos, lo cual son valores dentro del rango de confiabilidad.

**Tabla.17. Prueba de Tukey al 5% de altura de panoja.**

La prueba Tukey al 5% para el porcentaje de altura de panoja presente en la tabla 17, a los 80 días demuestra que el tratamiento 1 tiene un rango de 28.5% no obstante hay otra categoría en el día 100 el tratamiento 1 tiene un rango del 30.73%. A los 120 días demuestran que el tratamiento 1 tiene un rango 32.65%, después. No obstante, hay promedio que está dentro del rango

70			90			100		
TRATAMIENTO	Media	Rango	TRATAMIENTO	Media	Rango	TRATAMIENTO	Media	Rango
2	24.69	A	2	28.65	A	2	29.53	A
3	25.76	A B	3	29.75	A B	3	30.55	A B
4	26.31	A B	4	29.83	A B	4	30.85	A B
1	27.19	B	1	31.8	B	1	32.53	B

Elaborado por: Tipán 2022

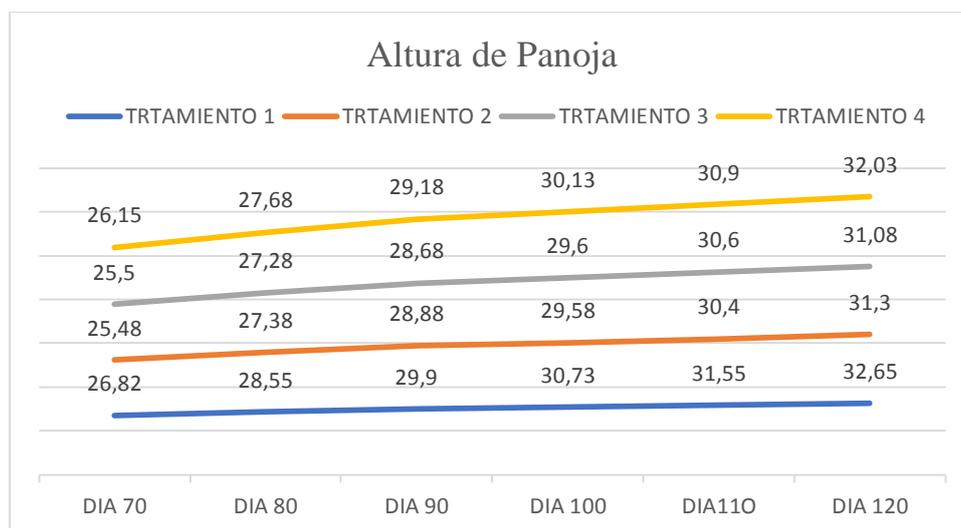
**Figura 3. Graficas de porcentajes de altura de planta durante el suministro de agua magnetizada.**

Elaborado por: Tipán 2022

En la **figura 16**, se muestra la altura de la panoja de quinua, en los 70 días después del trasplante los promedios en el tratamiento 1 con una altura del 26.82 cm respectivamente, mostrando una significancia, en el tratamiento 2 y tratamiento 3 con una altura de 25.5 cm y en los tratamientos 1 con un promedio de 28.55 cm el tratamiento 2, 3 y 4 con una altura de panoja de 27.68 cm, 27.28 cm y 27.38 cm a los 80 días después del trasplante. A los 100 días, el tratamiento 1 con un porcentaje de 30.73 cm, mostrando una significancia en los tratamientos 4 con porcentaje del 29.18 cm, y los tratamientos 2 y 3 con un porcentaje 28.88 cm y 28.68 cm de altura de panoja. En los 110 días los

tratamientos 4 y 2 con un porcentaje de 31.3 cm y 31.03 cm no obstante hay tratamientos que presentan significancia el tratamiento 3 y 1 con un porcentaje 31.08 cm y 32.65 cm de altura de planta suministrando agua en campos magnéticos.

**Figura 4. Graficas de porcentajes de altura de panoja durante el suministro de agua magnetizada.**



Elaborado por: Tipán 2022

En la **figura 17**. Por el contrario en el estudio de (Orlando Zúñiga y otros, 2016), el tratamiento de agua magnetizada con una intensidad de 1560 Gauss – 30 mins mostró mejores resultados en todas las mediciones de altura de planta en comparación a tratamientos de 1560 Gauss – 15 mins y 1560 Gauss – 10 mins. Lo mismo adiciona (G Calvache, 2000), los cultivos durante su ciclo consumen una gran cantidad de agua, pero cerca del 98% de este volumen de agua solamente pasa por la planta y se pierde en la atmosfera por el proceso de transpiración .

En general los resultados muestran un alto porcentaje de altura de panoja para todos los tratamientos, en el tratamiento 2 tenemos un alza hasta el día 90 con un promedio de 29.9 % y 28.88%, en el tratamiento 4 al día 100 tenemos un promedio 30.9% En los tratamientos siguientes es evidente que el uso del agua sometida a campos magnéticos el de 5000 Gauss genera un crecimiento eficaz al pasar los días de suministro de agua. El campo magnético de 1000 Gauss genera un crecimiento eficaz por lo que está el desarrollo, en los demás tratamientos presenta un rango eficaz con diferentes alturas de panoja.

### 7.1 Diámetro de Panoja

**Tabla.18. Análisis de varianza, diámetro de panoja por días de acuerdo al suministro del agua al ser sometidos a campos magnéticos.**

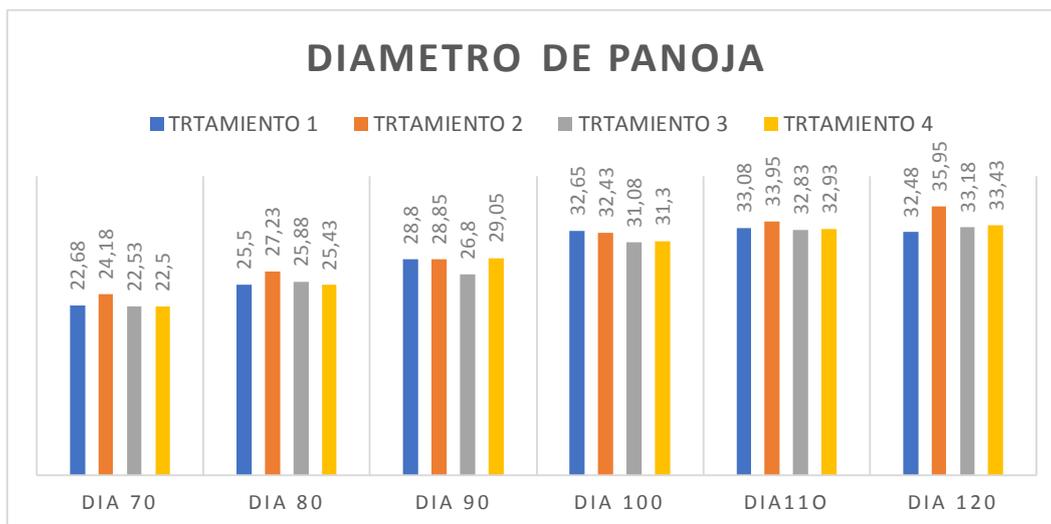
<b>DIA 70</b>				
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig</b>
<b>REPETICIONES</b>	106.62	3	0.8541	NS
<b>TRATAMIENTO</b>	7.82	3	0.0062	*
<b>Error</b>	91.11	9		
<b>Total</b>	205.54	15		
<b>CV%</b>	13.85			
<b>PROMEDIO</b>	23			
<b>DIA 80</b>				
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig</b>
<b>REPETICIONES</b>	107.08	3	0.8429	NS
<b>TRATAMIENTO</b>	8.39	3	0.0063	*
<b>Error</b>	91.9	9		
<b>Total</b>	207.37	15		
<b>CV%</b>	4.38			
<b>PROMEDIO</b>	27.7			
<b>DIA 90</b>				
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig</b>
<b>REPETICIONES</b>	121.18	3	0.7723	NS
<b>TRATAMIENTO</b>	13.35	3	0.0066	*
<b>Error</b>	106.41	9		
<b>Total</b>	240.94	15		
<b>CV%</b>	12,12			
<b>PROMEDIO</b>	28.4			
<b>DIA 100</b>				
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig</b>
<b>REPETICIONES</b>	79.79	3	0.8401	NS
<b>TRATAMIENTO</b>	7.49	3	0.009	*
<b>Error</b>	80.92	9		
<b>Total</b>	168.2	15		
<b>CV%</b>	9.41			
<b>PROMEDIO</b>	31.9			
<b>DIA 110</b>				
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig</b>
<b>REPETICIONES</b>	89.63	3	0.9366	NS
<b>TRATAMIENTO</b>	3.18	3	0.0051	*
<b>Error</b>	70.56	9		
<b>Total</b>	163.37	15		
<b>CV%</b>	8.44			
<b>PROMEDIO</b>	33.2			

<b>DIA 120</b>				
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig</b>
<b>REPETICIONES</b>	76.93	3	0.4382	NS
<b>TRATAMIENTO</b>	27.61	3	0.1029	NS
<b>Error</b>	83.23	9		
<b>Total</b>	187.76	15		
<b>CV%</b>	9.01			
<b>PROMEDIO</b>	33.7			

Elaborado por: Tipán 2022

El análisis de varianza (**Tabla 18**) en el diámetro de panoja no se presentó diferencias significativas porcentaje de diámetro de panoja no presenta diferencias significativas entre los tratamientos y repeticiones con un coeficiente de variación 13.5 %, y un promedio 23.0 de diámetro de panoja en los 70 días después del prendimiento de la planta, a los 80 días no presentó diferencias significativas entre tratamientos y repeticiones con un coeficiente de variación del 12.29 % y promedio de 26.0%, a los 90 días no presenta diferencias significativas en los tratamientos y repeticiones, con un coeficiente de variación de 12.12%, con un promedio de 28.4%, en los 100 días no hay diferencias significativas con un porcentaje de 9,.41%, y un promedio de 31.9%, a los 110 días no presenta diferencias entre los tratamientos con un porcentaje de 8.44%, y un promedio de 33.2%, en los 120 días no presenta diferencias significativas en los tratamientos con porcentaje del 9.01% en el diámetro de panoja con un promedio 33.7%. Po lo tanto en los tratamientos y repeticiones no existen diferencias significativas en el diámetro de panoja se encuentran en los rangos normales al suministrar agua sometida a campos magnéticos.

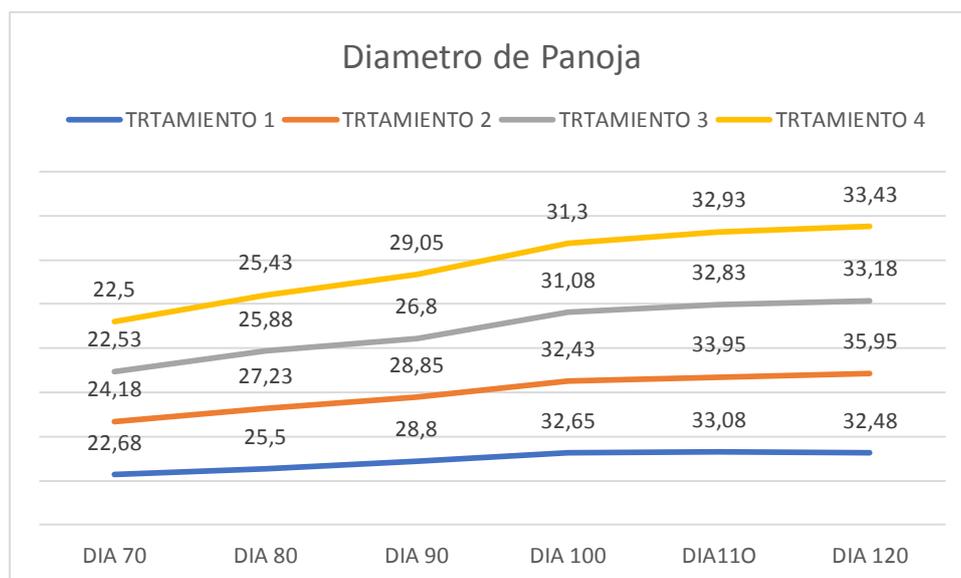
**Figura 5. Graficas de diámetro de tallo el suministro de agua magnetizada**



Elaborado por: Tipán 2021

En la **figura 18**, se muestra el porcentaje de diámetro de panoja de quinua, en los 70 días después del trasplante los diámetros de panoja en los tratamientos presentan con 24.18 cm respectivamente, no mostrando significancia. En el día 80, los tratamientos 1, 2, 3 y 4 presentan con 27.23 cm, 25.88 cm, 25.43 cm y 25.5cm. En el día 90 días, los tratamientos 1 y 2 presentan de 28.8cm y el tratamiento 3 y 4 con un porcentaje de 28.04 % con un rango de significancia. A los 100 días, el tratamiento1 con un rango de 32.65 cm, 3 y 4 presenta un promedio 31.08 cm y 31.3 cm de significancia en el tratamiento 2 presentan de 32.43 cm, de significancia. En los 110 días, el tratamiento 1, 2 y 4 presenta de 33.08 cm, 33.95 cm y 32.93cm y el tratamiento 3 presenta de 32.83 cm. A los 120 días el tratamiento 1 presenta de 32.48(cm), el tratamiento 2 y 4 con un promedio de 33.43 cm y 33.18 cm, el tratamiento 2 con un porcentaje de 35.95 (cm) de diámetro de tallo suministrando agua al cultivo sometida a campos magnéticos.

**Figura 6. Graficas de diámetro de panoja el suministro de agua magnetizada**



Elaborado por: Tipán 2021

En la **figura 19**, La aplicación de campos magnéticos al agua de riego supone mejorías en las características de altura, diámetro de tallo, brotes, entre otras; lo cual refleja en los resultados obtenidos comparando los tratamientos de agua magnetizada al tratamiento de agua sin inducción magnética, reportó un aumento en la productividad del agua en ambos producción agrícola con agua tratada magnéticamente. (Maheshwari & Grewal, 2009). En general los resultados muestran un diámetro de panoja para todos los tratamientos, es evidente que el uso del agua sin someter a campos magnéticos es relativamente eficaz con un promedio alto por lo que empieza el desarrollo del cultivo, mientras que los tratamientos 2 con intensidad magnética de 1000 Gauss, el tratamiento 4, con una intensidad magnética de 5000 Gauss se encuentra en un promedio eficaz para el desarrollo de la panoja, y el tratamiento 3 con intensidad magnética de 3000 Gauss evidenciaron una baja en el porcentaje del diámetro de tallo.

## 8.1 Peso de Panoja

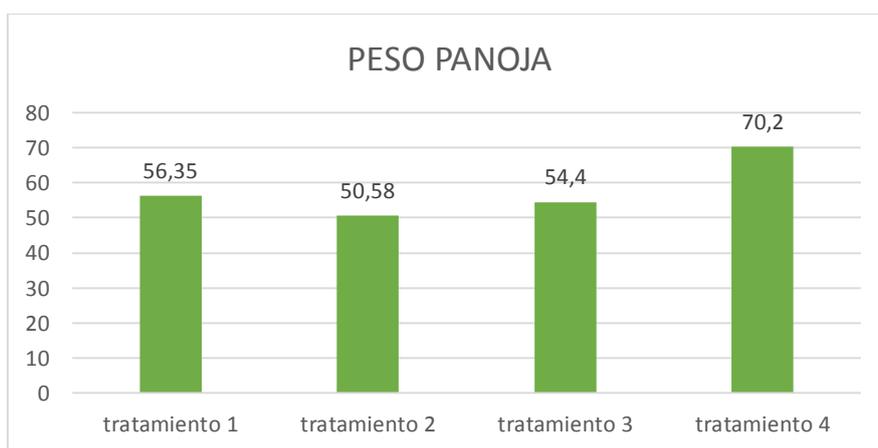
**Tabla.20. Análisis de varianza, peso de panoja de acuerdo al día de cosecha según al suministro del agua al ser sometidos a campos magnéticos**

DIA (120)				
F.V.	SC	gl	p-valor	Sig
REPETICIONES	878.39	3	0.1256	NS
TRATAMIENTO	1072.23	3	0.0847	NS
Error	1054.47	9		
Total	3005.08	15		
CV%	18.7			
PROMEDIO	57.9			

Elaborado por: Tipán 2021

El análisis de varianza (**Tabla 21**) en el peso de la panoja cosechada no presento diferencias significativas entre los tratamientos y en repeticiones, en el día 120 se presenta con un coeficiente de variación 18,7%, de peso de panoja con un promedio de 57,9% en peso de panoja, que fue sometida por agua en campos magnéticos.

Figura 1. Graficas de peso de panoja en la cosecha.



Elaborado por: Tipan 2021

En la **figura 21**, se muestra el porcentaje del peso de panoja de quinua, en los 120 días en el tratamiento 1 presenta un peso de 56.35 gramos en el tratamiento 2 con un peso de 50.58 gramos, el tratamiento 3 con un peso de 54.4 gramos y el tratamiento 4 con un promedio 70.2 gramos, mostrando una significancia, el tratamiento 4 que consta una aplicación de 5000 Gauss, suministrando agua al cultivo sometida a campos magnéticos.

**Figura 2. Curva del peso de la panoja.**



Elaborado por: Tipán 2021

Esto, corrobora lo manifestado por (Ghole et al., 1986) quienes sostienen que el efecto estimulador del campo magnético sobre los objetos biológicos ha sido atribuido a diferentes mecanismos, tales como: el incremento de la actividad enzimática y el aumento de la eficiencia de los procesos relacionados con la división celular lo que conlleva el crecimiento vegetativo de las plantas.

Por otro lado, (PITTMAN U, 1965) refiere que las plantas regadas con agua tratada magnéticamente absorben con mayor facilidad los nutrientes del suelo, desarrollando su sistema radicular y aéreo por la mayor solubilidad de los minerales fluyentes en el agua, que facilitan el proceso de osmosis de las membranas biológicas.

En general los resultados muestran en el peso de la panoja para todos los tratamientos, es evidente que el uso del agua sometida a campos magnéticos el de 5000 Gauss genera un rendimiento eficaz por lo que el tratamiento 4 tiene un peso eficaz, mientras que los tratamientos 2, con intensidad magnética de 1000 Gauss; muestra buen rendimiento eficaz, el tratamiento 1, sin intensidad magnética, y el tratamiento 3 con intensidad magnética de 3000 Gauss evidenciaron una baja en el porcentaje de peso de panoja.

### 9.1 Peso de semilla

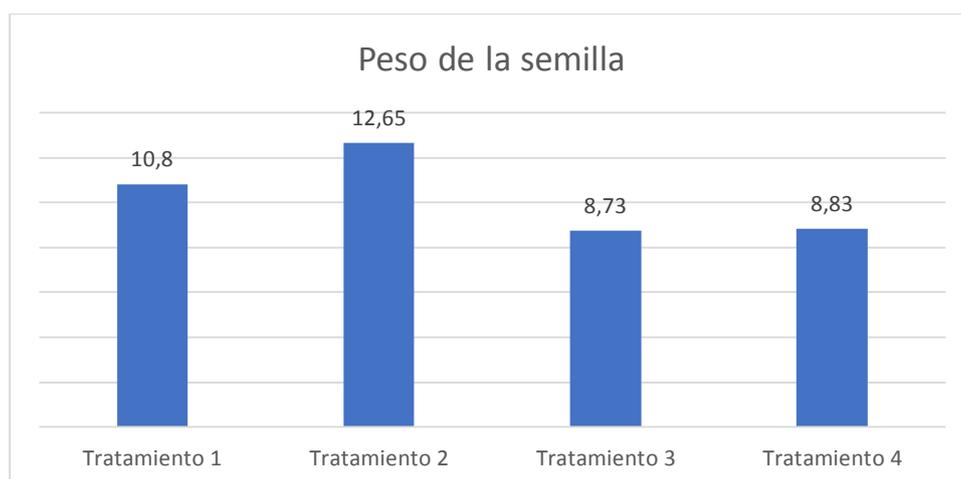
**Tabla.20. Análisis de varianza, del peso de semilla según al suministro del agua al ser sometidos a campos magnéticos**

DIA (120)				
F.V.	SC	gl	p-valor	Sig
REPETICIONES	5.38	3	0.6803	NS
TRATAMIENTO	41.68	3	0.0455	NS
Error	31.13	9		
Total	78.18	15		
CV%	18.14			
PROMEDIO	10.2			

Elaborado por: Tipán 2021

El análisis de varianza (**Tabla 21**) en el peso de la panoja cosechada no presento diferencias significativas entre los tratamientos y en repeticiones, en el día 120 se presenta con un coeficiente de variación 18,7%, de peso de panoja con un promedio de 57,9% en peso de panoja, que fue sometida por agua en campos magnéticos.

Figura 3. Graficas de peso de panoja en la cosecha.



Elaborado por: Tipan 2021

En la **figura 21**, se muestra el porcentaje del peso de semilla de quinua, en los 120 días en el tratamiento 1 presenta un peso de 10.8 gramos en el tratamiento 2 con un peso de 12.65 gramos, el tratamiento 3 con un peso de 8.73 gramos y el tratamiento 4 con un

promedio 8.83 gramos, mostrando una significancia, el tratamiento 4 que consta una aplicación de 5000 Gauss, suministrando agua al cultivo sometida a campos magnéticos.

**Figura 4.** Curva del peso de la semilla.



Elaborado por: Tipán 2021

Los campos geomagnéticos regulan la movilidad de la membrana, por lo tanto hay una mejor absorción de nutrientes (Goodman, Chizmadzhev, & Shirley-Henderson, 1993); a su vez actúa sobre materia y organismos biológicos en las diferentes etapas, desde la germinación hasta la cosecha (Domínguez Arturo et al., 2010).

En general los resultados muestran en el peso de la panoja para todos los tratamientos, es evidente que el uso del agua sometida a campos magnéticos el de 5000 Gauss genera un rendimiento eficaz por lo que el tratamiento 4 tiene un peso eficaz, mientras que los tratamientos 2, con intensidad magnética de 1000 Gauss; muestra buen rendimiento eficaz, el tratamiento 1, sin intensidad magnética, y el tratamiento 3 con intensidad magnética de 3000 Gauss evidenciaron una baja en el porcentaje de peso de la semilla.

## 17. IMPACTOS

### Tecnológico

El proyecto de investigación aplica tecnologías limpias, por tal motivo reduce y mejora la calidad del agua

### Social

Incremento de producción, incrementa la tasa de empleo

### **Económico**

La producción de plantas de quinua de mejor calidad, genera mayores ingresos económicos, aumentando la comercialización.

### **Ambiental**

Disminuye el uso de agroquímicos para mejorar las propiedades del agua de riego, lo cual evita contaminar el medio ambiente.

## **18. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **10.1 CONCLUSIONES**

- Los parámetros del agua cambian al someter a campos magnéticos, como resultado el pH y conductividad eléctrica disminuyen al aumentar la intensidad de los imanes con PH inicial 8.02 y un Ph final con 7.57 y una dureza inicial de 254 y una dureza final de 1470 en el T1. En el T2 el PH, 7,97 y un PH final de 7.34 en el nivel de dureza se encuentra muy duras de 1450, T3 su PH, 7,26, en el nivel de dureza es de 2479, lo cual sigue siendo un agua muy dura. En el T4 el nivel de PH baja a 7,23 con un nivel de dureza de 1600, que es muy dura, En el grado de restricción en relación con la conductividad eléctrica de 203 a 334.
- Los parámetros del suelo si cambian al suministrar agua al suelo sometido a campos magnéticos, el resultados del PH y Conductividad Eléctrica cambian. El PH de suelo inicial es de 7,96 y una final de 8.20 una conductividad eléctrica de 0,33. En el tratamiento T1 tiene un PH de 8,53 y una conductividad eléctrica disminuye de 0,28. El tratamiento T2 con un PH de 8,36 y 0,27 de conductividad eléctrica, disminuye al aumentar la intensidad magnética. El tratamiento T3 el PH es de 8,26 y aumenta su nivel de 0,32 en conductividad eléctrica. el tratamiento T4 con un PH de 8.25, en conductividad eléctrica disminuye el nivel a 0,29.
- En las variables agronómicas en el porcentaje para la altura de planta se encontró diferencias altamente significativas a los 70, 90, 100 días. El diámetro de tallo no presentó diferencias significativas, en el día 60, 70, 80, 90, 100, y 120 no fueron significativas. La longitud de raíz no presentó diferencias significativas a los 80, 90, y 120 días las diferencias fueron altamente significativas. En el contenido de clorofila presento altamente significativas los 70 días las diferencias fueron significativas.

### **11.1 RECOMENDACIONES**

- Realizar investigaciones para establecer una intensidad específica del uso de agua de riego sometidos a campos magnéticos en el cultivo de quinua en diferentes variedades existentes.
- Realizar análisis bromatológicos en el cultivo de quinua para tener información de los nutrientes al proporcionar agua sometidos a campos magnéticos.
- Realizar la investigación en un área de uniformidad para los diferentes tratamientos con sus respectivas repeticiones.
- Realizar investigación con agua magnetizada en sus diferentes fases fenológicas en el cultivo de quinua en un campo controlado (invernaderos inteligentes).

## 19. BIBLIOGRAFIA

- Alarcón Vera Antonio L. (2006). *El boro como nutriente esencial. Parte I*.  
[https://infoagro.com/hortalizas/boro\\_nutriente\\_esencial1.htm](https://infoagro.com/hortalizas/boro_nutriente_esencial1.htm)
- Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1985). Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage. In *FAO Irrigation and Drainage Paper: Vol. No.29*.
- Bonifacio, A. (2016). *ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL Subdivisión de Promoción de Inversión y Tecnología AYUDA MEMORIA PRIMERA CONFERENCIA REGIONAL*. [www.unido.org/foresight-fishery-study](http://www.unido.org/foresight-fishery-study)
- Dennis R. Heldman, C. I. M. (2010). *Encyclopedia of Agricultural, Food, and Biological Engineering - Google Libros*.  
[https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=MU5ZDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=encyclopedia+of+agricultural+food+and+biological+engineering+pdf&ots=vVZMhE-mGr&sig=-jPnjqT\\_ljaUv2iJrAj4X77ZO34#v=onepage&q=encyclopedia of agricultural food and biological engineering pdf&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=MU5ZDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=encyclopedia+of+agricultural+food+and+biological+engineering+pdf&ots=vVZMhE-mGr&sig=-jPnjqT_ljaUv2iJrAj4X77ZO34#v=onepage&q=encyclopedia+of+agricultural+food+and+biological+engineering+pdf&f=false)
- Diario La Hora. (2019). *EL río Cutuchí en estado crítico | Diario La Hora*.  
<https://www.lahora.com.ec/noticias/el-rio-cutuchi-en-estado-critico/>
- Domínguez Arturo, Hernández Claudia, Cruz Orea Alfredo, Carballo Aquiles, Zepeda Rosalba, M .Efraín., & Ortíz Martínez. (2010). Influence of the electromagnetic field in maize seed vigor. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 183–188. <https://doi.org/10.2/JQUERY.MIN.JS>
- DSS. (2004). *Tratamiento magnético del agua ( TMA ). Absorción de iones y nutrición de las plantas .*
- El-Kholy M F Samia's. (2015). (PDF) *Effect of Magnetic Water and Different Levels of NPK on Growth, Yield and Fruit Quality of Williams Banana Plant*.  
[https://www.researchgate.net/publication/279845373\\_Effect\\_of\\_Magnetic\\_Water\\_and\\_Different\\_Levels\\_of\\_NPK\\_on\\_Growth\\_Yield\\_and\\_Fruit\\_Quality\\_of\\_Williams\\_Banana\\_Plant](https://www.researchgate.net/publication/279845373_Effect_of_Magnetic_Water_and_Different_Levels_of_NPK_on_Growth_Yield_and_Fruit_Quality_of_Williams_Banana_Plant)
- Elshokali, A. A. M., Abdelbagi, A. M., & Sudan, (. (2014). Impact of magnetized water on elements contents in plants seeds. *International Journal of Scientific Research and Innovative Technology*, 1(4).
- FAO. (2011). *La quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*.
- FAO. (2017). *Quinua | FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. FAO. <https://www.fao.org/quinua/es/>
- FAO. (2019). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Biodiversidad de la Quinua | Plataforma de información de la quinua | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. <https://www.fao.org/in-action/quinua-platform/quinua/biodiversidad-de-la-quinua/es/>
- FAO, & A. (2014). *A C I O N A L D E Q U I N U A TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS DEL COMERCIO INTERNACIONAL DE QUINUA Documento conjunto FAO-ALADI*.  
[www.fao.org/](http://www.fao.org/)
- Flórez, M., Martínez, E., & Carbonell, M. V. (2012). Effect of magnetic field treatment on germination of medicinal plants *Salvia officinalis* L. and *Calendula officinalis* L. *Polish Journal of Environmental Studies*, 21(1), 57–63.
- Fung, Y., Isaac, E., Ferrer, A., & Botta., A. M. (2008). *Revista Centro Agrícola - Riego con agua tratada magnéticamente en Rosmarinus officinalis L. (romero) como alternativa en*

*la propagación convencional*. <http://cagricola.uclv.edu.cu/index.php/es/volumen-35-2008/numero-1-2008/478-riego-con-agua-tratada-magneticamente-en-rosmarinus-officinalis-l-romero-como-alternativa-en-la-propagacion-convencional>

- G Calvache. (2000). *XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo I DETERMINACION DE LAS NECESIDADES HIDRICAS DE TRES HIBRIDOS DE MAIZ (Zea mays L.) BAJO EL EFECTO DE TRES DISTANCIAMIENTOS ENTRE HILERA*.
- García Magdalena. (1984). *BIOCONDA MAGDALENA GARCIA SANTAMARIA rE S I S P R E S EN TA D A COMO REQUISITO PARA O B T E N E R EL TITU L O DE INGENIERO AGRONOMO*.
- Ghole, V. S., Damle, P. S., & Thiemann, W. H. P. (1986). Effect of Magnetic Field on Ascorbic Acid Oxidase Activity, I. *Zeitschrift Fur Naturforschung - Section C Journal of Biosciences*, 41(3), 355–358. <https://doi.org/10.1515/znc-1986-0319>
- Gómez, L., Enrique, P., & Castellanos, A. (2015). *Guía de cultivo de la quinua*. [www.fao.org/publications/es](http://www.fao.org/publications/es)
- Gómez, L., Enrique, P., & Castellanos, A. (2016). *Guía de cultivo de la quinua*. [www.fao.org/publications/es](http://www.fao.org/publications/es)
- Gómez Pando, L. ;Aguila. C. E. (2016). *Guía de cultivo de la quinua*. FAO. <https://www.fao.org/documents/card/es/c/3a12f679-22a1-46a0-a91e-6853ca5bb5dd/>
- Goodman, R., Chizmadzhev, Y., & Shirley-Henderson, A. (1993). Electromagnetic Fields and Cells. *Journal of Cellular Biochemistry*, 51, 436–441.
- Guerrero A. (2016). *Rendimientos de Quinua en el Ecuador 2016 - Páginas de Flipbook 1-11 / FlipHTML5*. <https://fliphtml5.com/ijia/zjpb/basic>
- Hamed, Ahmed, S., & Sayed, E. (2015). Impact of Magnetic Water Irrigation for Improve the Growth, Chemical Composition and Yield Production of Broad Bean (*Vicia faba L.*) Plant. *Nature and Science*, 13(1). <http://www.sciencepub.net/nature>
- Hozayn, M., ABD EL Monem, A. Q., & El-Hameid, A. (2011). *Response of some food crops to irrigation with magnetized water under green house condition | Request PDF*. [https://www.researchgate.net/publication/286964530\\_Response\\_of\\_some\\_food\\_crops\\_to\\_irrigation\\_with\\_magnetized\\_water\\_under\\_green\\_house\\_condition](https://www.researchgate.net/publication/286964530_Response_of_some_food_crops_to_irrigation_with_magnetized_water_under_green_house_condition)
- Hozayn1, M., Saeed, A. M., & Qados, A. (2010). *AGRICULTURE AND BIOLOGY JOURNAL OF NORTH AMERICA Magnetic water application for improving wheat (Triticum aestivum L.) crop production*. <http://www.scihub.org/ABJNA>
- INIAP. (2008). *QUINUA INIAP PATA DE VENADO -Agroscopio*. <https://agroscopio.com/producto/quinua-iniap-pata-de-venado/>
- Insua, A., Facultad, D., & Agropecuarias, D. C. (2009). Efecto del agua tratada magnéticamente sobre los procesos biológicos (Magnetically treated water effect on biological processes). *Redvet*, 10(4), 295–308.
- Jacobsen, S.-E., & Sherwood, S. (2002). Cultivo de granos andinos en ecuador. In *Informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto*.
- Jacobsen, S., Mujica Ortiz, A. R., Mujica, A., Ortiz, R., Ejército, D., Ph en, P. D., & Ortiz Profesor de, R. (2001). *La Importancia de los Cultivos Andinos*.
- Jaya, T., Alexandra, C., Chicaiza, C., Nataly, V., & Endara, I. I. (2013). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y*

*RECURSOS NATURALES INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE TEMA: TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIEROS DE MEDIO AMBIENTE AUTORAS: "DETERMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTES PRESENTES EN.*

- Joan González Guerra. (2016). *Efecto de la aplicación de agua y semilla magnetizada en el cultivo de rábano (Raphanus sativus)*.
- Maffei, M. E., & Rheinstadter, M. C. (2014). *Magnetic field effects on plant growth, development, and evolution*. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00445>
- MAGAP. (2016). *2017, año clave para Ecuador en exportación de quinua – Ministerio de Agricultura y Ganadería*. 2016. <https://www.agricultura.gob.ec/2017-ano-clave-para-ecuador-en-exportacion-de-quinua/>
- MAGAP. (2017). *2017, año clave para Ecuador en exportación de quinua – Ministerio de Agricultura y Ganadería*. 2017. <https://www.agricultura.gob.ec/2017-ano-clave-para-ecuador-en-exportacion-de-quinua/>
- Magno Meyhuay. (2013). *QUINUA Operaciones de Poscosecha-Compendio de Poscosecha*.
- Maheshwari, B. L., & Grewal, H. S. (2009). Magnetic treatment of irrigation water: Its effects on vegetable crop yield and water productivity. *Agricultural Water Management*, 96(8), 1229–1236. <https://doi.org/10.1016/J.AGWAT.2009.03.016>
- Marei, R. K. & A.-K. (2014). *Efecto del uso de agua salobre magnética en las características del cultivo de pimiento morrón (Capsicum annuum L.) de regadío en el bajo valle del Jordán/Ribera Occidental - Centro Mundial de Vegetales*. <https://worldveg.tind.io/record/55787>
- Martínez Elvira, M.<sup>a</sup> V. Carbonell, & Mercedes Flórez. (2003). *Estimulación de la germinación y el crecimiento por exposición a campos magnéticos | Investigación y Ciencia | Investigación y Ciencia*. <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/ciudades-perdidas-del-indo-358/estimulacion-de-la-germinacion-y-el-crecimiento-por-exposicion-a-campos-magneticos-3946>
- Matos, K., Blanco, A., Columbié, M., & Sánchez, E. (2012). *Influencia del agua tratada magnéticamente en la germinación y desarrollo morfoproductivo de semillas de lechuga Influence of magnetic water in germination and development of lettuce seed*.
- Mazón, Nelson Rivera M., Marco Peralta I., Eduardo Estrella Engelmann, Jaime Tapia B., C. (2021). *INIAP-Estación Experimental Santa Catalina*.
- Ministerio del Ambiente. (2003). *REVISION DEL ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LA NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES : RECURSO AGUA 0 INTRODUCCIÓN*.
- Nieto Carlos, I. C., & Vimos Carlos, I. (1992). *INIAP-Estación Experimental Santa Catalina LA QUINUA, COSECHA Y POSCOSECHA ALGUNAS EXPERIENCIAS EN ECUADOR*.
- Orlando Zúñiga y otros. (2016). *View of Efecto del agua magnetizada en el desarrollo y la producción de cúrcuma (Curcuma longa L.)*. [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias\\_hortícolas/article/view/5112/pdf](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/article/view/5112/pdf)
- Peralta Eduardo I. (2009). “Estado del Arte.” 2009.
- PITTMAN U. (1965). *MAGNETISM AND PLANT GROWTH orientation Test*. 45.
- PROINPA. (2011). *La quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. 2011*.

- PROMUEVE. (2010). *PERFIL PRODUCTO QUINUA Y DERIVADOS. clasifican, en la nomenclatura arancelaria del Sistema Armonizado en el siguiente ítem: - PDF Free Download*. <https://docplayer.es/15944716-Perfil-producto-quinua-y-derivados-clasifican-en-la-nomenclatura-arancelaria-del-sistema-armonizado-en-el-siguiente-item.html>
- Ragab Moussa, H. (2011a). The Impact of Magnetic Water Application for Improving Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Production. *New York Science Journal*, 4(6), 15–20. [http://www.sciencepub.net/newyork/ny0406/04\\_5558ny0406\\_15\\_20.pdf](http://www.sciencepub.net/newyork/ny0406/04_5558ny0406_15_20.pdf)
- Ragab Moussa, H. (2011b). The Impact of Magnetic Water Application for Improving Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Production. *New York Science Journal*, 4(6). <http://www.sciencepub.net/newyork>
- Rawson, H., & Gómez, H. (2001). Descripción de los problemas y soluciones. Factores ambientales: suelos ácidos o alcalinos. *Trigo Regado*, 120. <http://www.fao.org/docrep/006/x8234s/x8234s08.htm>
- Ríos Héctor, Edilberto, R., & Elisabeth, P. (2012). *FÍSICA Principios de Electricidad y Magnetismo / TOAZ.INFO*. <https://toaz.info/doc-viewer>
- Rodríguez-Flores, L. E., Santoyo-Stephano, M. A., Esperanza Castañeda-Garza, & Mercedes González-Maltos. (2009). *LA VIDA SECRETA DE LAS PLANTAS: Respuesta a campos electromagnéticos*.
- Rosa de los A. Quiala Pérez, Elizabet Isaac Alemán, F. A., & Simón Ricardo, Ismael Regueiferos Fernández, G. M. L. (2011). *Efecto del agua tratada con campo magnético estático sobre Meloidogyne spp. en Cucumis sativus en condiciones de cultivo protegido*. [https://agris.fao.org/agris-search/search.do;jsessionid=60D46EC956A3280E29A31E4309CB6A2C?request\\_locale=es&recordID=CU2012100051&sourceQuery=&query=&sortField=&sortOrder=&countryResource=&agrovocString=&advQuery=&centerString=&enableField=](https://agris.fao.org/agris-search/search.do;jsessionid=60D46EC956A3280E29A31E4309CB6A2C?request_locale=es&recordID=CU2012100051&sourceQuery=&query=&sortField=&sortOrder=&countryResource=&agrovocString=&advQuery=&centerString=&enableField=)
- S. Pietruszewski .and K. Kania. (2010). Effect of magnetic field on germination and yield of wheat. *International Agrophysics*, 24(3), 297–302.
- Steduto, P., Hsiao, T. C., Fereres, E., & Raes, D. (2012). Respuesta del rendimiento de los cultivos al agua. In *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura* (Vol. 66). <https://doi.org/978-92-5-308564-4>
- Sven-Erik Jacobsen. (2002). *Cultivo de granos andinos en Ecuador: informe sobre los rubros quinua ... - Sven-Erik Jacobsen - Google Libros*. [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=s73gc3GcptcC&oi=fnd&pg=PA5&dq=Cultivos+de+granos+andinos+en+Ecuador&ots=grfZZbmUq1&sig=XkDxne\\_mx4-dx\\_vMHYRmfsTJN\\_E#v=onepage&q=Cultivos de granos andinos en Ecuador&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=s73gc3GcptcC&oi=fnd&pg=PA5&dq=Cultivos+de+granos+andinos+en+Ecuador&ots=grfZZbmUq1&sig=XkDxne_mx4-dx_vMHYRmfsTJN_E#v=onepage&q=Cultivos+de+granos+andinos+en+Ecuador&f=false)
- Tapia.Mario. (1997). *Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación*. <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/3020>
- Tapia.Mario. (2000). *Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación*. <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/3020>
- Tapia, M. (1979). *La quinua y la kañiwa: cultivos andinos - Mario Tapia - Google Libros*. [https://books.google.com.ec/books?id=FfemqEmGXysC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=FfemqEmGXysC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Vashisth, A., & Nagarajan, S. (2008). Exposure of seeds to static magnetic field enhances germination and early growth characteristics in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Bioelectromagnetics*, 29(7), 571–578. <https://doi.org/10.1002/BEM.20426>
- Vélez, R. . & P. (1993). XXIX, núm. 3, septiembre-diciembre. *Tecnología Química*, 48–54.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445543760007>

- Vidal Apaza (INIA), G. C. (INIA), R. E. (INIA), R. P. (FAO). (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú*. [www.inia.gob.pe/](http://www.inia.gob.pe/)
- Wang, H., Kent, D. V., & Rochette, P. (2015). *Weaker axially dipolar time-averaged paleomagnetic field based on multidomain-corrected paleointensities from Galapagos lavas*. 112(49). <https://doi.org/10.1073/pnas.1505450112>
- Yusuf, K. O., Ogunbamowo, & Tolulope Ruth Obalowu, R. O. (2020). Effect of magnetized water on water use efficiency, yield and nutritional qualities of watermelon under deficit irrigation. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 22(3), 51–60.
- Zúñiga Escobar, O., Carlos, J., Saravia, O., Ramiro, ;, Guependo, C., Andrés, J., & Ospina, P. (2009). *Evaluación de Tecnologías para la Recuperación de Suelos Degradados por Salinidad Evaluation of Technologies for the Recovery of Soils Degraded by Salinity*.
- Zúñiga Escobar, O., Carlos, J., Saravia, O., Ramiro, ;, Guependo, C., Andrés, J., & Ospina, P. (2011). *Evaluación de Tecnologías para la Recuperación de Suelos Degradados por Salinidad Evaluation of Technologies for the Recovery of Soils Degraded by Salinity*.

## 20. Anexos

### Anexo 1. Aval de traducción



CENTRO  
DE IDIOMAS

### *AVAL DE TRADUCCIÓN*

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

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL AGUA MAGNETIZADA EN LA FASE DE FLORACIÓN HASTA LA COSECHA DE QUINUA (*CHENOPODIUM QUINUA*) VARIEDAD PATA DE VENADO, LATACUNGA-COTOPAXI, 2022,”** presentado por: **Tipán Quishpe Jonathan Wladimir**, egresado de la Carrera de: **Agronomía**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, abril del 2022

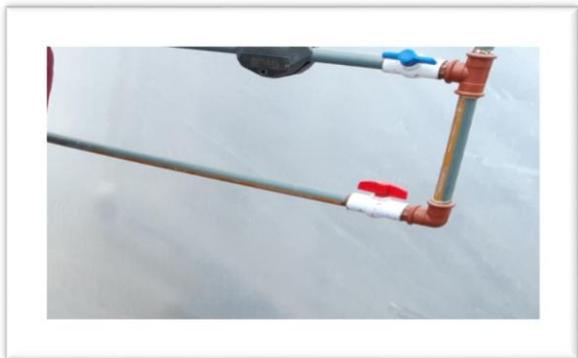
Atentamente,



**Mg. Mayra Clemencia Noroña Heredia**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
**CI: 0501955470**



### Anexo 2. Magnetización del agua de riego



### Anexo 3. Toma de datos altura de planta



#### Anexo 4. Toma de diámetro de planta



#### Anexo 5. Toma de datos de clorofila



**Anexo 6. Toma de datos del volumen de raíz****Anexo 7. Toma de datos de altura de panoja**

**Anexo 8. Toma de diámetro de panoja****Anexo 9. Cosecha**

### Anexo 10. Trilla de la quinua



### Anexo 11. Análisis de agua por los diferentes tratamientos de inducción magnética y sin inducción magnética

Parámetros	Sin magnetizar (T1)	1000 Gauss (T2)	3000 Gauss (T3)	5000 Gauss (T5)
PH	7,57	7,34	7,26	7,23
CE us/cm	203	656	655	670
TDS mg/l	103	333	329	334
Carbonatos	0	0	0	0
Bicarbonatos mg/l (HCO <sub>3</sub> )	186,2	176.4	186.2	186,2
Bicarbonatos meq/l (HCO <sub>3</sub> )	2,8	3,8	3,8	2,3
Alcalinidad Total meq/l	3,72	3,53	3.72	3,72
DUREZA TOTAL expresado en mg/L CaCO <sub>3</sub> ecuación	1470	1450	2479	1600

## Anexo 12. Análisis de agua por tratamiento sin inducción magnética

### INFORME DE RESULTADOS



**TotalChem**  
Lab

#### DATOS DEL CLIENTE

Ing. Geovana Parra

Latacunga

Teléfono:

Canton:

Cotopaxi

Latacunga

#### INFORMACION DE LA MUESTRA

agua de riego  
14/2/2022

Fecha de ensayo: del 14 de febrero al 07 de marzo  
Direccion de la muestra: Latacunga

on en lab: 14/2/2022 Cod. Lab 13,4 2022

Muestra tomada por el cliente en botella plastica de 1 litro

#### RESULTADOS

Parametros	Resultado	Unidad	Técnica analítica
PH	7,26		potenciométrico
CE	655	us/cm	Conductimétrico
STD	329	mg/l	gravimétrico
Dureza Total	1470	mg/l CaCO <sub>3</sub>	volumétrico
alcalinidad total	3,72	meq/l CaCO <sub>3</sub>	volumétrico
carbonatos	0,00	mg/l	volumétrico
bicarbonatos	186,2	mg/l	volumétrico



Lab

**TOTALCHEM**

Ing. Carlos Mayorga

Tlf 0980622817 / 0985458514

TotalChem Se responsabiliza unicamente de los análisis mas no de la toma de muestra

Conclusiones y/o interpretaciones están basado en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial

### Anexo 13. Análisis de agua por tratamiento con inducción magnética (1000 Gauss)

#### INFORME DE RESULTADOS



**Total Chem**  
Lab

#### DATOS DEL CLIENTE

Ing. Geovana Parra

Latacunga

Teléfono:

Canton:

Cotopaxi

Latacunga

#### INFORMACION DE LA MUESTRA

agua de riego      Fecha de ensayo:      del 14 de febrero al 07 de marzo

14/2/2022      Direccion de la muestra:      Latacunga

n en lab:      14/2/2022      Cod. Lab      13,3 2022

Muestra tomada por el cliente en botella plastica de 1 litro

#### RESULTADOS

Parametros	Resultado	Unidad	Técnica analítica
PH	7,57		potenciométrico
CE	203	us/cm	Conductimétrico
STD	103	mg/l	gravimétrico
Dureza Total	1470	mg/l CaCO <sub>3</sub>	volumétrico
alcalinidad total	3,72	meq/l CaCO <sub>3</sub>	volumétrico
carbonatos	0,00	mg/l	volumétrico
bicarbonatos	186,2	mg/l	volumétrico



**TOTALCHEM**

Ing. Carlos Mayorga

Tif 0980622817 / 0985458514

*TotalChem* Se responsabiliza unicamente de los análisis mas no de la toma de muestra

Conclusiones y/o interpretaciones están basado en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial

## Anexo 14. Análisis de agua por tratamiento con inducción magnética (3000 Gauss)

## INFORME DE RESULTADOS



## DATOS DEL CLIENTE

Ing. Geovana Parra

Latacunga

Teléfono:

Canton:

Cotopaxi

Latacunga

## INFORMACION DE LA MUESTRA

agua de riego  
14/2/2022

Fecha de ensayo:

del 14 de febrero al 07 de marzo

Direccion de la muestra:

Latacunga

n en lab:

14/2/2022

Cod. Lab

13,2 2022

Muestra tomada por el cliente en botella plastica de 1 litro

## RESULTADOS

Parametros	Resultado	Unidad	Tècnica analítica
PH	7,34		potenciomètrico
CE	656	us/cm	Conductimètrico
STD	333	mg/l	gravimètrico
Dureza Total	1450	mg/l CaCO <sub>3</sub>	volumètrico
alcalinidad total	3,53	meq/l CaCO <sub>3</sub>	volumètrico
carbonatos	0,00	mg/l	volumètrico
bicarbonatos	176,4	mg/l	volumètrico



TOTALCHEM

Ing. Carlos Mayorga

Tif 0980622817 / 0985458514

TotalChem Se responsabiliza unicamente de los análisis mas no de la toma de muestra

iones y/o interpretaciones están basado en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial

## Anexo 15. Análisis de suelo por tratamiento con inducción magnética (5000 Gauss)

### INFORME DE RESULTADOS



**Total Chem**  
Lab

#### DATOS DEL CLIENTE

Ing. Geovana Parra

Latacunga Teléfono:

Cotopaxi Canto

id: n:

#### INFORMACION DE LA MUESTRA

agua Fecha de del 14 de febrero al 07  
de ensayo: de marzo

##### Direccion  
de la Latacunga

##### Cod. Lab 13,1 2022

Muestra tomada por el cliente en botella

#### RESULTADOS

Parametros	Resultado	Unidad	Técnica analítica
PH	7,23		potenciometría
CE	670	us/cm	inductometría
STD	334	mg/l	gravimétrica
Dureza Total	1600	mg/l CaCO <sub>3</sub>	volumétrica
alcalinidad total	3,72	meq/l CaCO <sub>3</sub>	volumétrica
carbonatos	0,00	mg/l	volumétrica
bicarbonatos	186,2	mg/l	volumétrica



**TOTALCHEM**

Ing. Carlos Mayorga

Tlf 0980622817 / 0985458514

Este laboratorio se responsabiliza únicamente de los análisis realizados y no de la toma de muestra

Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en los datos e información provistos por el cliente para quien se ha elaborado este informe en forma exclusiva y confidencial

### Anexo 16. Tablas de registro de la altura de planta

Tratamiento	Repeticion	Altura de Planta (DIA 70)	Altura de Planta (DIA 80)	Altura de Planta (DIA 90)	Altura de Planta (DIA 100)	Altura de Planta (DIA 110)	Altura de Planta (DIA 1200)
1	1	55.9	71.6	85.6	107.6	121.6	123.8
2	1	71.7	90.1	100.1	120.0	131.0	132.1
3	1	63.7	78.5	97.5	121.2	130.3	131.6
4	1	64.9	85.3	98.3	119.4	130.4	131.7
1	2	68.8	85.8	95.8	123.8	132.1	133.4
2	2	65.1	85.1	95.1	126.1	130.6	135.3
3	2	63.4	80.4	94.4	125.4	135.6	136.6
4	2	64.4	82.4	94.4	122.2	133.2	134.2
1	3	53.4	69.5	85.5	107.0	122.3	123.5
2	3	62.9	76.9	93.9	123.1	132.4	131.9
3	3	51.1	70.2	83.5	94.5	113.7	115.5
4	3	61.1	80.1	93.1	122.8	132.8	133.9
1	4	47.7	65.7	85.7	96.2	116.2	119.2
2	4	44.4	62.5	75.5	94.5	114.5	116.1
3	4	41.2	62.3	78.3	90.4	105.4	106.7
4	4	48.0	68.0	88.0	98.9	117.9	119.5

### Anexo 17. Tablas de registro del diámetro de tallo de la planta

Tratamiento	Repeticion	Diámetro de Tallo (DIA 70)	Diámetro de Tallo (DIA 80)	Diámetro de Tallo (DIA 90)	Diámetro de Tallo (DIA 100)	Diámetro de Tallo (DIA 110)	Diámetro de Tallo (DIA 120)
1	1	0.94	1.2	1.5	2.1	2.9	3.3
2	1	0.93	1.1	1.7	2.4	2.9	3.2
3	1	0.94	1.2	1.6	2.3	3.0	3.4
4	1	0.87	1.1	1.8	2.6	3.4	3.7
1	2	0.67	1.1	1.7	2.1	3.0	3.3
2	2	0.63	1.1	1.6	2.1	2.8	3.2
3	2	0.64	0.9	1.6	2.4	3.3	3.5
4	2	0.63	0.9	1.6	2.3	3.2	3.5

1	3	0.66	0.9	1.6	2.3	3.1	3.4
2	3	0.60	0.9	1.5	2.4	3.2	3.4
3	3	0.60	0.9	1.5	2.0	2.8	3.1
4	3	0.64	0.8	1.5	2.1	3.1	3.3
1	4	0.55	0.9	1.6	2.2	3.1	3.2
2	4	0.61	0.8	1.5	2.4	3.2	3.5
3	4	0.54	0.8	1.5	2.3	3.0	3.3
4	4	0.61	0.9	1.6	2.5	3.1	3.3

### Anexo 18. Tablas de registro de altura de panoja

Tratamiento	Repetición	Altura de Panoja (DIA 70)	Altura de Panoja (DIA 80)	Altura de Panoja (DIA 90)	Altura de Panoja (DIA 100)	Altura de Panoja (DIA 110)	Altura de Panoja (DIA 120)
1	1	28.35	30.4	32.0	32.6	32.9	33.8
2	1	25.95	27.9	30.0	31.0	31.7	32.8
3	1	26.75	28.8	30.2	31.3	32.7	33.0
4	1	27.70	29.7	31.2	32.3	32.8	33.6
1	2	26.11	28.2	29.6	30.3	31.2	32.2
2	2	23.29	25.2	26.3	26.3	27.2	28.1
3	2	25.35	27.2	28.8	29.6	30.5	30.2
4	2	24.00	26.0	27.4	28.4	29.2	30.2
1	3	26.10	27.4	28.6	29.8	30.6	31.6
2	3	25.09	27.1	28.6	29.5	30.3	31.2
3	3	24.90	26.5	27.7	28.6	29.4	30.3
4	3	26.95	28.7	30.3	31.1	31.9	33.0
1	4	26.70	28.2	29.4	30.2	31.5	33.0
2	4	27.60	29.3	30.6	31.5	32.4	33.1
3	4	25.00	26.6	28.0	28.9	29.8	30.8
4	4	25.95	26.3	27.8	28.7	29.7	31.3

### Anexo 19. Tablas de registro de diámetro de panoja

Tratamiento	Repetición	Diámetro de Panoja (DIA 70)	Diámetro de Panoja (DIA 80)	Diámetro de Panoja (DIA 90)	Diámetro de Panoja (DIA 100)	Diámetro de Panoja (DIA 110)	Diámetro de Panoja (DIA 120)
1	1	27.0	29.3	32.08	37.1	36.6	33.3
2	1	24.3	27.0	27.7	34.1	34.1	40.8
3	1	20.6	23.5	20.0	30.6	30.6	31.1

4	1	18.9	21.4	27.3	29.6	29.6	30.2
1	2	19.5	22.4	25.9	30.9	30.9	31.3
2	2	16.2	19.6	22.9	24.9	27.5	28.2
3	2	19.5	24.2	25.6	28.1	30.3	30.9
4	2	21.5	24.2	26.9	29.7	31.3	32.1
1	3	21.6	24.5	28.4	31.7	31.7	32.0
2	3	25.1	27.3	27.8	31.8	33.5	34.0
3	3	24.5	27.0	29.4	31.8	34.4	34.5
4	3	23.2	26.4	29.4	31.5	34.0	34.4
1	4	22.6	25.8	28.8	30.9	33.1	33.3
2	4	31.1	35.0	37.0	38.9	40.7	40.8
3	4	25.5	28.8	32.2	33.8	36.0	36.2
4	4	26.41	29.7	32.6	34.4	36.8	37.0

### Anexo 20. Tablas de registro de volumen de raíz

Tratamiento	Repetición	Volumen de Raiz (DIA 80)	Volumen de Raiz (DIA 100)	Volumen de Raiz (DIA 120)
1	1	50.0	30.0	10.0
2	1	65.0	30.0	10.0
3	1	55.0	20.0	50.0
4	1	70.0	80.0	40.0
1	2	50.0	20.0	20.0
2	2	55.0	25.0	10.0
3	2	40.0	25.0	15.0
4	2	50.0	40.0	40.0
1	3	30.0	10.0	10.0
2	3	40.0	50.0	30.0
3	3	30.0	50.0	30.0
4	3	65.0	20.0	30.0
1	4	30.0	50.0	30.0
2	4	30.0	20.0	50.0
3	4	40.0	10.0	20.0
4	4	40.0	15.0	15.0

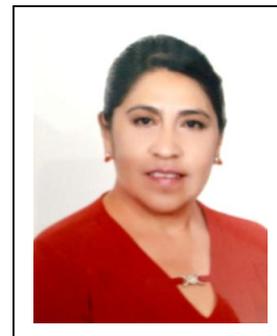
### Anexo 21. Tablas de registro de índice de clorofila

Tratamiento	Repetición	Contenido de Clorofila(DIA 80)	Contenido de Clorofila(DIA 100)	Contenido de Clorofila(DIA 120)
1	1	15.1	14.2	20.7
2	1	16.8	15.9	21.0
3	1	16.7	15.7	21.4

4	1	16.8	15.9	21.4
1	2	15.9	13.9	23.4
2	2	16.2	13.8	20.4
3	2	15.6	13.4	19.0
4	2	17.2	16.0	19.6
1	3	17.2	14.4	21.7
2	3	15.9	13.7	28.7
3	3	15.8	13.4	32.7
4	3	17.3	14.7	27.7
1	4	15.6	13.0	26.6
2	4	15.3	12.8	22.0
3	4	15.8	13.3	19.5
4	4	16.9	14.2	22.6

## Anexo 22. Tablas de registro de peso de panoja

Tratamiento	Repeticion	Peso de panoja (DIA 80)
1	1	42.4
2	1	82.1
3	1	41.2
4	1	59.7
1	2	53.6
2	2	57.9
3	2	53.7
4	2	37.1
1	3	62.3
2	3	56.6
3	3	51.2
4	3	47.5
1	4	62.6
2	4	90.0
3	4	72.0
4	4	56.2

**Anexo 23. Hoja de vida de los Investigadores.****DATOS PERSONALES****APELLIDOS:** PARRA GALLARDO**NOMBRES:** GIOVANA PAULINA**ESTADO CIVIL:** DIVORCIADA**CEDULA DE CIUDADANIA:** 180226703-7**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** 28 – 07 -1969**DIRECCION DOMICILIARIA:** AMBATO: Pasaje Toro S.N. y Jorge Carrera**TELEFONO CONVENCIONAL:** 032588381**TELEFONO CELULAR:** 09878394949, 0998435238**CORREO ELECTRONICO:** giovana.parra@utc.edu.ec; gioppg@gmail.com;**EN CASO DE EMERGENCIA CONTACTARSE CON:** PABLO FRANCISCO LÓPEZ PARRA - 0995638722**ESTUDIOS REALIZADOS Y TITULOS OBTENIDOS**

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

**HISTORIAL PROFESIONAL****UNIDAD ACADEMICA EN LA QUE LABORA:** Dirección de Posgrados**CARRERA A LA QUE PERTENECE:** INGENIERÍA AGRONÓMICA**AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:** EJE PROFESIONAL**PERIODO ACADEMICO DE INGRESO A LA UTC:** ABRIL 1998