



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

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

---

**“EVALUACIÓN DE TRES MEJORADORES DE pH CON TRES DOSIS EN EL CULTIVO DE AMARANTO (*Amaranthus cruentus* L.) EN EL SECTOR SALACHE, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI 2021”**

---

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

**Autor:**

Camino Gavilanes Jonathan Fabricio

**Tutora:**

López Castillo Guadalupe de las Mercedes Ing. Mg.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Agosto 2021**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Jonathan Fabricio Camino Gavilanes con cédula de ciudadanía No. 0202340923, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “**Evaluación de tres mejoradores de pH con tres dosis en el cultivo de Amarantho (*Amaranthus cruentus L.*) en el sector Salache, Cantón Latacunga, provincia Cotopaxi 2021**”, siendo la Ingeniera Mg. Guadalupe de las Mercedes López Castillo 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, 13 de agosto del 2021

Jonathan Fabricio Camino Gavilanes  
Estudiante  
CC: 0202340923

Ing. Mg. Guadalupe de las Mercedes López  
Castillo  
Docente Tutor  
CC: 1801902907

## 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 **CAMINO GAVILANES JONATHAN FABRICIO**, identificado con cédula de ciudadanía **0202340923** 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 de tres mejoradores de pH con tres dosis en el cultivo de Amaranto (*Amaranthus cruentus L.*) en el sector Salache, Cantón Latacunga, provincia Cotopaxi 2021**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Octubre 2016 - Marzo 2017

Finalización de la carrera: Abril 2021 – Agosto 2021

Aprobación en Consejo Directivo: 20 de Mayo del 2021

Tutor: Ing. Mg. Guadalupe de las Mercedes López Castillo

Tema: “**Evaluación de tres mejoradores de pH con tres dosis en el cultivo de Amaranto (*Amaranthus cruentus L.*) en el sector Salache, Cantón Latacunga, provincia Cotopaxi 2021**”

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

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

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

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

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

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

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

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

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la

resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 13 días del mes de agosto del 2021.

Jonathan Fabricio Camino Gavilanes

**EL CEDENTE**

Ing. Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez

**LA CESIONARIA**

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

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

**“EVALUACIÓN DE TRES MEJORADORES DE pH CON TRES DOSIS EN EL CULTIVO DE AMARANTO (*Amaranthus cruentus L.*) EN EL SECTOR SALACHE, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI 2021”**, de Camino Gavilanes Jonathan Fabricio, 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, 13 de agosto del 2021

Ing. Mg. Guadalupe de las Mercedes López Castillo

**DOCENTE TUTORA**

CC: 1801902907

## **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: Camino Gavilanes Jonathan Fabricio, con el título del Proyecto de Investigación: “**EVALUACIÓN DE TRES MEJORADORES DE pH CON TRES DOSIS EN EL CULTIVO DE AMARANTO (*Amaranthus cruentus L.*) EN EL SECTOR SALACHE, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI 2021**”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

Latacunga, 13 de agosto del 2021

Lector 1 (Presidente)  
Ing. MSc. Clever Castillo de la Guerra  
CC: 0501715494

Lector 2  
Ing. Ph.D. Carlos Torres Miño  
CC: 0502329238

Lector 3  
Ing. MSc. Marco Rivera Moreno  
CC: 0501518955

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la vida y tener todavía a mi familia a mi lado.

A mi padre Jaime Camino y a mi madre Martha Gavilanes que han estado siempre alentándome en los tiempos malos para no decaer.

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por permitirme formarme profesionalmente y haber adquirido nuevos conocimientos, a mi novia Tania Pachacama que ha sido un pilar fundamental en mi formación con sus consejos y apoyo en el ámbito estudiantil y a cada uno de las personas que participaron en el proceso de formación, como no agradecer a la Ing. Mg. Guadalupe López por involucrarme en este proceso investigativo el cual me ayudado a crecer como persona y a ver desarrollado nuevos conocimientos y destrezas en cuanto al estudio de suelo.

Jonathan Fabricio Camino Gavilanes

## **DEDICATORIA**

Este trabajo sin ninguna duda se lo dedico a mi señora madre Johana Gavilánez que ha estado conmigo en los momentos alegres y tristes de mi vida que nunca me ha dejado solo siempre ha estado para mí con sus consejos lo que es bueno para mí y de manera económica para mis estudios. Y a todas las personas que han estado a mi lado apoyándome de corazón un dios le pague.

Jonathan Fabricio Camino Gavilanes

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

**TÍTULO: “EVALUACIÓN DE TRES MEJORADORES DE pH CON TRES DOSIS EN EL CULTIVO DE AMARANTO (*Amaranthus cruentus L.*) EN EL SECTOR SALACHE, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI 2021”.**

AUTOR: Camino Gavilanes Jonathan Fabricio

**RESUMEN**

El proyecto de investigación tuvo como finalidad el estudio de suelos alcalinos en la Universidad Técnica de Cotopaxi sector de Salache, con una altura de 2800 msnm. En un suelo franco arenoso con un pH de 10,40, se evaluó el pH en suelos alcalinos donde se utilizó tres mejoradores de pH en el cultivo de amaranto (*Amaranthus cruentus L.*) sector Salache, Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi 2021. Se aplicaron tres mejoradores de pH (yeso agrícola, urea, sulfato de amonio), con un diseño experimental de bloques completos al azar en arreglo factorial 3X3+1 con 3 repeticiones. Los resultados alcanzados en el porcentaje de plántulas adaptadas en el mejorador de pH con sulfato de amonio tienen un promedio de 83,34 %. Los mejoradores de pH utilizados en la variable altura de planta en los diferentes periodos de toma de datos, dando como resultado que el mejor promedio lo ocupa el yeso agrícola y la urea a los 80 días con 5,79; 5,71 el tratamiento T1 (yeso agrícola + 600 kg/ha) y el T4 (urea + 600kg/ha). La variable número de hojas a los 40 días donde existe significación en la interacción A3B2 (Sulfato de amonio con una dosis de 800kg/ha), con promedios de 6,5; 6,47;6,37;6,3;6,2. La variable diámetro de tallo a los 40 y 60 días hubo significancia y se obtuvo los coeficientes de variación de 7,7 y 8,96%. En el análisis de suelo final el mejorador de pH ubicado en el primer rango de significancia es la de urea, con un pH de 10,40 de inicio y al final pH de 9,51. Por lo expuesto se recomienda utilizar el mejorador de pH urea para bajar el pH de los suelos alcalinos.

**Palabras claves:** alcalinidad, mejoradores, pH, suelo.

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

**THEME:** “EVALUATION OF THREE PH IMPROVERS WITH THREE DOSES IN THE CULTURE OF AMARANTH (*Amaranthus cruentus l.*) IN THE SALACHE SECTOR, CANTON LATACUNGA, COTOPAXI PROVINCE 2021”.

**AUTHOR:** Camino Gavilanes Jonathan Fabricio

**ABSTRACT**

The research project was aimed at studying alkaline soils at the Technical University of Cotopaxi Sector of Salache, with a height of 2800 meters above sea level. In a sandy, frank soil with a pH of 10.40, pH was evaluated in alkaline soils where three pH improvers were used in amaranth culture (*Amaranthus cruentus l.*) Salache Sector, Latacunga Canton, Cotopaxi Province 2021. Three pH improvers (agricultural gypsum, urea, ammonium sulphate) were applied, with an experimental design of random complete blocks in a 3X3 1 factorial arrangement with 3 repetitions. The results achieved in the percentage of seedlings adapted in the pH improver with ammonium sulphate have an average of 83.34 %. The pH improvers used in the variable plant height in the different data-taking periods, resulting in the best average being occupied by agricultural gypsum and urea at 80 days with 5.79; 5.71 Treatment T1 (agricultural gypsum 600 kg/ha) and T4 (urea 600kg/ha). The variable number of leaves at 40 days where there is significance in the interaction A3B2 (Ammonium sulfate at a dose of 800kg/ha), with averages of 6.5; 6.47;6.37;6.3;6.2. The stem diameter variable at 40 and 60 days was significant and the coefficients of variation of 7.7 and 8.96% were obtained. In the final soil analysis the pH improver located in the first significant range is urea, with a pH of 10.40 at the beginning and at the end pH of 9.51. Therefore, it is recommended to use the urea pH improver to lower the pH of alkaline soils.

**Keywords:** alkalinity, improvers, pH, soil.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
DEDICATORIA .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	xii
1. información General .....	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO .....	3
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	4
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	5
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	6
6. OBJETIVOS .....	7
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS. ....	8
8. Fundamentación científico técnica .....	9
8.1 Amaranto .....	9
8.2 Amaranthus cruentus L. ....	10
8.3 Preparación del suelo .....	13
8.4 Fenología del Cultivo .....	14
8.5 Plagas .....	16
8.6 Enfermedades .....	16
8.7 El suelo .....	16
8.8 Suelos alcalinos .....	17

8.9	Tipo de suelo en el lugar de estudio “Salache” .....	17
8.10	pH.....	17
8.9	Mejoradores de pH .....	18
8.10	Urea (N 46%).....	18
8.11	Sulfato de amonio (NH <sub>4</sub> ).....	19
8.12	Yeso agrícola (CaSO <sub>4</sub> ).....	19
9.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	20
9.1	Materiales .....	20
	Maquinaria y equipo .....	20
	Características del sitio de investigación .....	20
10.	HIPOTESIS.....	21
10.1	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	21
10.2	Datos a evaluar .....	22
10.3	Número de plántulas adaptadas.....	22
10.4	Altura de la planta.....	22
10.5	Número de hojas .....	22
10.6	Diámetro de tallo .....	23
10.7	FACTORES EN ESTUDIO .....	23
10.8	Diseño experimental .....	23
10.9	Tratamientos.....	23
10.10	Características de la parcela .....	24
10.11	METODOLOGÍA.....	25
11.	Análisis y discusión de resultados.....	26
	CONCLUSIONES .....	43
	RECOMENDACIONES .....	44
	Bibliografía:.....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Actividades por objetivo.....	8
<b>Tabla 2</b> Taxonomía del cultivo de Amaranto. ....	13
<b>Tabla 3</b> Características del sitio de investigación. ....	20
<b>Tabla 4</b> Operacionalización de variables.....	21
<b>Tabla 5</b> Tratamientos del ensayo experimental. ....	23
<b>Tabla 6</b> Características de la parcela de investigación. ....	24
<b>Tabla 7</b> ADEVA para la variable de plantas adaptadas.....	27
<b>Tabla 8</b> ADEVA para la variable Altura de planta. ....	28
<b>Tabla 9</b> Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos en la variable altura de planta a los 80 días.....	29
<b>Tabla 10</b> Prueba de Tukey al 5% para Mejoradores de pH en la variable Altura de planta a los 80 días. ....	31
<b>Tabla 11</b> Prueba de Tukey al 5% para Mejoradores de pH por dosis en la variable Altura de planta a los 80 días. ....	32
<b>Tabla 12</b> Prueba de Tukey al 5% para Testigo vs Resto en la variable Altura de planta a los 80 días. ....	34
<b>Tabla 13</b> ADEVA para la variable Número de hojas. ....	36
<b>Tabla 14</b> Prueba de Tukey al 5% para la interacción Mejoradores de pH por Dosis en la variable Número hojas a los 40 días. ....	37
<b>Tabla 15</b> Prueba de Tukey al 5% para Mejoradores de pH en la variable número de hojas a los 80 días.....	38
<b>Tabla 16</b> ADEVA para la variable Diámetro de tallo. ....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Tratamientos en la Variable Número de plantas adaptadas .....	28
<b>Figura 2</b> Tratamientos en Altura de planta a los 80 días. ....	31
<b>Figura 3</b> Mejoradores de pH en Altura de planta a los 80 días. ....	32
<b>Figura 4</b> Mejoradores de pH por dosis en Altura de planta a los 80 días. ....	34
<b>Figura 5</b> Testigo vs Resto en la variable Altura de planta a los 80 días. ....	35
<b>Figura 6</b> Mejoradores de pH por dosis en Número de hojas a los 40 días. ....	38
<b>Figura 7</b> Mejoradores de pH en número de hojas a los 80 días. ....	39

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Aval de ingles .....	50
Anexo 2. Presupuesto de investigación.....	51
Anexo 3. Diseño experimental (Diseño de bloques completamente al azar). .....	52
Anexo 4. Datos de los indicadores evaluados. ....	53
Anexo 5. Análisis Inicial .....	57
Anexo 6. Fotografías .....	58

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto: **Evaluación de tres mejoradores de pH con tres dosis en el cultivo de Amarantho (*Amaranthus cruentus L.*) en el sector Salache, Cantón Latacunga, provincia Cotopaxi 2021.**

### Tipo de Proyecto:

Investigación Formativa	<input type="checkbox"/>
Investigación Aplicada	<input type="checkbox"/>
Investigación Evaluativa	<input type="checkbox"/>
Investigación Experimental	<input checked="" type="checkbox"/>
Investigación Tecnológica	<input type="checkbox"/>

### Fecha de inicio:

Abril 2021

### Fecha de finalización:

Agosto 2021

### Lugar de ejecución:

Cantón Latacunga – Provincia de Cotopaxi

### Unidad Académica que auspicia

Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

### Carrera que auspicia:

Ingeniería Agronómica

### Proyecto de investigación vinculado:

Proyecto Recuperación y Conservación de suelos de la Universidad Técnica de Cotopaxi

### Equipo de Trabajo:

Tutora del proyecto: Ing. Mg. Guadalupe de las Mercedes López Castillo

**Lectores**

**Lector 1:** Ing. MSc. Clever Castillo de la Guerra

**Lector 2:** Ing. Ph.D. Carlos Torres Miño

**Lector 3:** Ing. MSc. Marco Rivera Moreno

**Coordinador del Proyecto**

Nombre: Camino Gavilanes Jonathan Fabricio

Celular: 0990131042

Correo electrónico: jonathan.camino0923@utc.edu.ec

**Área de Conocimiento:**

Agricultura- Agricultura, silvicultura y pesca- Agronomía

**Línea de investigación:**

**Línea 2:** Conservación de suelos

Se entiende por conservación de suelos que es un sistema que complementa y combina obras estructurales, medidas agronómicas, de fertilidad y agroforestales. Este sistema debe aplicarse de la forma más completa posible, si se desea tener éxito tanto en la protección del suelo como en la productividad. El objetivo de esta línea será la investigación sobre suelos erosionados, productos que se puedan cultivar en este tipo de suelos, factores y procesos que faciliten una mejora de la economía local.

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

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

**Línea de Vinculación:**

Gestión de recursos naturales biodiversidad biotecnología y genética para el desarrollo humano y social.

## 2. RESUMEN DEL PROYECTO

El proyecto de investigación tuvo como finalidad el estudio de suelos alcalinos en la Universidad Técnica de Cotopaxi sector de Salache, con una altura de 2800 msnm. En un suelo franco arenoso con un pH de 10,40, se evaluó el pH en suelos alcalinos donde se utilizó tres mejoradores de pH en el cultivo de amaranto (*Amaranthus cruentus L.*) sector Salache, Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi 2021. Se aplicaron tres mejoradores de pH (yeso agrícola, urea, sulfato de amonio), con un diseño experimental de bloques completos al azar en arreglo factorial 3X3+1 con 3 repeticiones. Los resultados alcanzados en el porcentaje de plántulas adaptadas en el mejorador de pH con sulfato de amonio tienen un promedio de 83,34 %. Los mejoradores de pH utilizados en la variable altura de planta en los diferentes periodos de toma de datos, dando como resultado que el mejor promedio lo ocupa el yeso agrícola y la urea a los 80 días con 5,79; 5,71 el tratamiento T1 (yeso agrícola + 600 kg/ha) y el T4 (urea + 600kg/ha). La variable número de hojas a los 40 días donde existe significación en la interacción A3B2 (Sulfato de amonio con una dosis de 800kg/ha), con promedios de 6,5; 6,47;6,37;6,3;6,2. La variable diámetro de tallo a los 40 y 60 días hubo significancia y se obtuvo los coeficientes de variación de 7,7 y 8,96%. En el análisis de suelo final el mejorador de pH ubicado en el primer rango de significancia es la de urea, con un pH de 10,40 de inicio y al final pH de 9,51. Por lo expuesto se recomienda utilizar el mejorador de pH urea para bajar el pH de los suelos alcalinos.

**Palabras claves:** alcalinidad, mejoradores, pH, suelo.

### **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El presente proyecto está direccionado a las necesidades del productor en obtener un producto de calidad, en este caso el amaranto que siendo un cultivo exigente en cuanto a necesidades nutricionales necesita como principal fuente de nutrición el suelo ya que el amaranto prefiere suelos neutros, por ello, los mejoradores de pH intervienen ampliamente en el sano crecimiento del cultivo al equilibrar la alcalinidad del suelo, junto a la necesidad de aumentar considerablemente la producción de alimentos como el amaranto mediante el desarrollo de nuevas tecnologías para mantener y mejorar la fertilidad de suelos, en consecuencia se busca frenar la erosión y el deterioro ambiental donde los suelos alcalinos no son aptos para cultivar amaranto por ello este proyecto busca fortalecer investigaciones en este tipo de suelos.

Los suelos alcalinos son el principal factor de estudio de este proyecto de investigación, es indispensable mejorar la calidad del suelo ya que el exceso de sales es agresivo para los cultivos y en algunos casos estos suelos resultan ser nocivos para los cultivos de gran extensión como el Amaranto.

#### **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

##### **Beneficiarios directos**

Este proyecto enfocado en los mejoradores de pH beneficiará los conocimientos y habilidades del Núcleo de Conservación de suelos situado en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

##### **Beneficiarios indirectos**

El proyecto aportará conocimientos a los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, a los agricultores de la zona y productores de este cultivo.

## **5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los suelos ecuatorianos alcalinos se distribuyen en regiones áridas y su formación depende del tipo de material que formó el suelo original, su vegetación, también su hidrología y el manejo correcto o incorrecto del suelo, específicamente en áreas con sistemas de irrigación ineficientes (Barbaro et al., 2014).

Usualmente los productores buscan como equilibrar el suelo para obtener cultivos de buena calidad, en la provincia de Cotopaxi los suelos alcalinos son adaptados para diversos cultivos, sin embargo, no todos se adaptan al suelo por diversas necesidades de nutrientes por ello es necesario intervenir ya que el principal inconveniente de estos suelos es que el zinc tiene una movilidad limitada debido a que el carbonato de calcio reacciona con el zinc, lo que reduce su disponibilidad (Sembralia, 2020).

En los suelos alcalinos el valor del pH del suelo afecta directamente la disponibilidad de nutrientes en el suelo ya que la escala del pH tiene un rango que va de 0 a 14, siendo el 7 el valor neutral. Los números menores a 7 indican acidez mientras que los números mayores a 7 indican alcalinidad (Kluepfel, 2012).

Los suelos alcalinos en el sector Salache son muy abundantes y en muchas ocasiones representan un problema para la adaptación del cultivo de amaranto o a su vez diversas líneas de este cultivo.

## **6. OBJETIVOS**

### **a. Objetivo General**

Evaluar tres mejoradores de pH con tres dosis en el cultivo de Amaranto (*Amaranthus cruentus L.*) en el sector Salache, Cantón Latacunga, Provincia Cotopaxi 2021.”

### **b. Objetivos Específicos**

- Determinar el mejorador de pH más efectivo en el cultivo de Amaranto (*Amaranthus cruentus L.*).
- Identificar la dosis correcta de mejoradores de pH para regular los suelos alcalinos en el cultivo de amaranto.
- Evaluar los cambios en la calidad del suelo y el desarrollo de la planta.

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

**Tabla 1** Actividades por objetivo.

OBEJTIVO 1	ACTIVIDAD	RESULTADO	MEDIO DE VERIFICACION
Determinar el mejorador de pH más efectivo en el cultivo de Amarantho ( <i>Amaranthus cruentus L.</i> ).	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Identificación y caracterización del área de estudio.</li> <li>● Implementación de amaranto (<i>Amaranthus cruentus L.</i>).</li> <li>● Distribución de tratamientos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Adaptación de plantas al sitio de campo.</li> <li>● Implementación de tratamientos de estudio.</li> </ul>	Fotografías Fotografías Libro de campo
OBEJTIVO 2	ACTIVIDAD	RESULTADO	MEDIO DE VERIFICACION
Identificar la dosis correcta de mejoradores de pH para regular los suelos alcalinos en el cultivo de amaranto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Dosificación de mejoradores de pH por tratamiento.</li> <li>● Toma de datos de plantas por altura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aplicación de mejoradores.</li> <li>● Altura de plantas cada 20 días.</li> <li>● Diámetro de plantas cada 20 días.</li> </ul>	Revisión Bibliográfica Tablas de vida Fotografías Libro de campo
OBEJTIVO 3	ACTIVIDAD	RESULTADO	MEDIO DE VERIFICACION
Evaluar los cambios en la calidad del suelo y en desarrollo de la planta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aplicación de mejoradores de pH.</li> <li>● Elaboración de análisis de suelos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Toma de datos de pH al inicio del cultivo y al final de cada aplicación de enmiendas agrícolas.</li> <li>● Toma de datos de número de hojas en plantas.</li> </ul>	Libro de campo Fotografías Revisión bibliográfica

**Elaborado por:** Camino, J (2021)

## **8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **8.1 Amaranto**

#### **8.1.1 Origen**

El amaranto ha sido cultivado en América desde hace mucho tiempo, diversos estudios revelan que los primeros que lo cultivaron fueron los Mayas, Incas y Aztecas hace un poco más de siete mil años, este cultivo junto con el maíz y la quinua era considerado como una planta sagrada; con la llegada de los españoles su uso fue prohibido ya que los nativos lo utilizaban en algunos rituales religiosos (Suquilanda, 2012).

El amaranto (*Amaranthus cruentus* L.), data su origen de América del Sur y se lo puede encontrar desde el sur de Ecuador a través del Perú y Bolivia hasta el noroeste de Argentina, fue domesticado en América hace más de 4000 años por culturas antepasadas (Siguas, 2019). La genética del amaranto está concatenada por muchos datos arqueológicos, que muchos de ellos son históricos y también morfológicos; en lo agronómico y lo comercial la caracterización del germoplasma del amaranto se basa en las características de la heredabilidad, esta es la principal limitante la influencia ambiental (Ramírez et al., 2010).

Se conoce que en el continente americano existen hasta 3.000 variedades de *Amaranthus* sp. en bancos del germoplasma, lo que señala una cantidad de 87 especies. La distribución geográfica del amaranto cultivado es muy extensa. Al menos cuatro especies del género *Amaranthus* fueron cultivadas antes de la llegada de los españoles, por ejemplo, en Mesoamérica se encuentra: *A. hypochondriacus*, *A. cruentus*, en los Andes: *A. caudatus*, *A. edulis*. Algunos autores consideran al *A. edulis* como un parecido de *A. caudatus* (Suquilanda, 2012).

#### **8.1.2 Descripción**

El amaranto es un pseudocereal de cultivo anual, se puede afirmar que la palabra “amaranto” significa inmarcesible, es decir que no se marchita; viene del griego, de (sin) y (marchitar, palidecer). La familia Amaranthacea abastece más de 60 géneros y aproximadamente 800 especies de plantas herbáceas anuales o perennes (Hernández & Herrerías, 1998).

El amaranto es una planta llamada C4, la cual da un incremento de la eficiencia del uso del dióxido de carbono bajo diversas temperaturas y humedad donde adquieren una mejor adaptación, es un cultivo muy efectivo ya que puede crecer en lugares donde el maíz y otros cultivos de interés económico no pueden adaptarse para crecer. El amaranto se puede aprovechar de diversas maneras ya que tanto granos y hojas comestibles con alta calidad nutricional. Las semillas de amaranto tienen un alto contenido de proteína (13-17%) y su composición de aminoácidos es cercana al balance óptimo requerido en la dieta humana. Las hojas también contienen niveles altos de proteína (28 a 49%), grasas insaturadas (45% de ácido linoléico), fibra (11 a 23%) y minerales como hierro, magnesio y calcio (Silva, 2007).

## **8.2 Amaranthus cruentus L.**

Es otro tipo de grano, su luz diurna es muy corta y se adapta mejor a las bajas temperaturas que otras especies, es originario de los Andes y se distribuye desde aquí a otras regiones templadas y subtropicales, también es una planta herbácea anual de 2 m de altura. Los picos son muy largos y sobresalientes, esto le da un aspecto glomerular característico (Espitia, 1991).

El amaranto tiene una distribución cosmopolita pues las características de clima, suelo y geografía donde prospera son muy diversas, donde se puede localizar de este modo desde las zonas bajas hasta las zonas altas (hasta más de los 3000 m.s.n.m), en forma latitudinal se distribuye desde el Ecuador hasta los 30° en los dos hemisferios (Rojas et al., 2010).

### **8.2.1 Descripción morfológica**

Las plantas de amaranto son monoicas, sus flores son pequeñas y unisexuales, están reunidas en glomérulos formando falsas umbelas con tres a cinco brácteas cada una (Nieto, 1989).

### **8.2.2 Planta**

El amaranto es una planta que alcanza el desarrollo en suelos fértiles, en muchos de los casos puede superar hasta los dos metros de altura, tiene solo un eje central el cual presenta ramificaciones desde la base hasta lo largo del tallo, el amaranto es una planta muy eficiente para la fijación de CO<sub>2</sub>. Su característica principal es que no realiza fotorrespiración y tiene

un bajo empleo de agua para producir una cantidad parecida a la del follaje de los cereales (Mendoza, 2013).

### **8.2.3 Raíz**

Su raíz es pivotante y corta, se compone por múltiples raicillas delgadas y se extienden después de que su tallo comienza a ramificarse, así facilita la absorción de agua y nutrientes, la raíz sirve de sostén permitiendo mantener la densidad de la panoja (Pinto & Vargas, 2008).

La raíz tiene un efecto muy importante y variado de funciones que incluyen el anclaje de la planta al suelo, el paso del agua, la absorción y transporte de solutos, así como el almacenamiento de sustancias de reserva y los reguladores de crecimiento (Martínez & Rodríguez, 2010).

### **8.2.4 Tallo**

El tallo del amaranto tiene forma cilíndrica con estrías gruesas de forma longitudinal, tiene un tamaño de 0,4 a 3 m de longitud y su grosor depende de la base del ápice, presenta coloraciones distintas que usualmente puede coincidir con la coloración de sus hojas, sus ramificaciones en algunos casos empiezan desde la base y se pueden originar en la axila de las hojas, la numeración de las hojas dependerá de la densidad poblacional del cultivo (Velástegui et al., 2018). El color del tallo es variable, va desde un color blanco amarillento hasta verde claro, inclusive rojo vinoso (Sumar, 1982).

### **8.2.5 Hojas**

Las hojas son de forma peciolada, sin estípulas de forma oval, son elípticas, opuestas o alternadas con nervaduras prominentes en el envés, las hojas son lisas con un color verde o púrpura dependiendo de la especie de la planta donde el tamaño disminuye de la base al ápice, sus hojas varían de 6,5-15cm (Aguilar, 2012).

La función de la hoja es realizar el proceso de la fotosíntesis donde la planta capta la energía de la luz del sol y esta se transforma en energía química que se almacena en los carbohidratos (Martínez & Rodríguez, 2010).

### **8.2.6 Inflorescencia**

La inflorescencia puede ser rojiza o verde, de 0,5 a 0,9m, se conforma por cinco tépalos, protegidas por brácteas, tiene panojas glomeruladas, terminales, de colores amarillos hasta el púrpura, pasa también por el amarillo, el anaranjado, así como el café, el rojo y rosado, la planta es autógama (Aguilar, 2012). El amaranto tiene grandes inflorescencias que pueden llegar a medir hasta 90 centímetros de largo y pueden ser decumbentes o erectas, pueden adoptar diversas formas como glomerulares o amarantiformes, densas (Sumar, 1982).

### **8.2.7 Fruto**

El fruto del amaranto tiene una capsula la cual se abre y contiene un grano de forma circular que en su mayor parte está ocupada por el embrión, cuando el fruto madura deja caer la parte superior para dejar libre donde se encuentra la semilla (INIAP, 2008).

### **8.2.8 Semilla**

La semilla es pequeña y lisa, brillante de un color negro o púrpura. La semilla es dura y en el grano se distinguen el episperma o cubierta de la semilla, el endosperma o segunda capa y el embrión formado por el cotiledón y la parte interna llamada perisperma (INIAP, 2008).

### **8.2.9 Requerimiento de clima y suelo**

Según (Peralta, 2012), los requerimientos edafoclimáticos para el cultivo son los siguientes:

- Zona de cultivo: Se halla en los valles de la sierra.
- Altitud: Su altitud es de 2000 a 2800 msnm.
- Precipitación: alcanza de 300 a 600 mm de precipitación en el ciclo.
- Temperatura: óptima de 15° C.
- pH: 6 a 7,5.
- Ciclo del cultivo: Tiene un ciclo de 150 a 180 días.

### **8.2.10 Tipo de suelo**

El *Amaranthus* se adapta a varios tipos de suelo, estas especies productoras de grano, se adaptan mejor en suelos bien drenados con pH neutro o alcalino (usualmente superior a 6),

se ha demostrado que algunas especies se adaptan muy bien a ciertos niveles de salinidad en el suelo (Nieto, 1989).

### 8.2.11 Botánica

El amaranto botánicamente se encuentra dentro del orden de los Centrospermales, encontrando la familia Amaranthaceae, el género *Amaranthus*, en el cual se ha identificado más de 60 especies en las cuales se encuentra *Amaranthus Cruentus* L.

### 8.2.12 Taxonomía

**Tabla 2** Taxonomía del cultivo de Amaranto.

<b>Reino</b>	Vegetal
<b>División</b>	Fanerógama
<b>Tipo</b>	Embryophyta siphonogama
<b>Subtipo</b>	Angiosperma
<b>Clase</b>	Dicotiledónea
<b>Subclase</b>	Archyclamydeae
<b>Orden</b>	Centropermales
<b>Familia</b>	Amaranthaceae
<b>Genero</b>	<i>Amaranthus</i>
<b>Sección</b>	<i>Amaranthus</i>
<b>Especies:</b>	<i>Caudatus</i> , <i>cruentus</i> e <i>hypochondriacus</i>

**Fuente:** (Espitia, 1991)

**Elaborado por:** Camino, J. (2021)

### 8.3 Preparación del suelo

Se realiza la arada, rastrada y surcada, con máquina o yunta ya que se trata de una semilla pequeña y el suelo debe estar bien preparado y mullido (Peralta et al., 2014).

### **8.3.1 Siembra**

Se realiza de diciembre a enero con preferencia a un tiempo en el calendario lunar, la cantidad de semilla debe ser de 6 a 8 kg/ha, se debe realizar siembra manual con una distancia entre surcos de 60 cm a chorro continuo y por golpes cada 20 cm, con máquina la siembra debe ser con surcos a una distancia entre surcos de 60 cm a chorro continuo y con una cantidad de semilla/ha de 12 kg/ha (Peralta et al., 2014).

### **8.3.2 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo**

El Amaranto requiere una altitud de 2000 a 3000 m.s.n.m , es sensible al fotoperiodo por lo cual que requiere 8 horas de luz, este cultivo prefiere los días soleados, la humedad relativa necesaria debe ser moderadamente húmeda, la profundidad del suelo es mínimo de 30 cm de suelo arable, la textura del suelo con la que se lleva mejor es el arenoso, medianos y arcillosos, también requiere suelos de buen drenaje y se considera muy tolerante a sales, es exigente a nivel altos de nitrógeno (Chamorro, 2019).

## **8.4 Fenología del Cultivo**

Se trata principalmente de la identificación de cada etapa fenológica, permite un diagnóstico en forma adecuada de los pro y contras que con ella surgen en el campo, o a su vez estimar el comportamiento del cultivo en un tiempo determinado (Suquilanda, 2012).

### **8.4.1 Emergencia: (E)**

En dicha etapa las plántulas crecen del suelo y también se muestran sus dos cotiledones expandidos, con lo que al menos el 50% de la población se observa en este estado en el surco. Las hojas verdaderas de los cotiledones miden menos de 2 cm de longitud, tal estado fenológico puede durar de 8 a 21 días, esto depende de las condiciones agroclimáticas.

### **8.4.2 Fase vegetativa: (V1.....Vn)**

Se pueden observar contando el número de nudos en el tallo principal donde las hojas se alargan al menos 2 cm, el primero nodo corresponde al estado V1, luego el siguiente V2 y así sucesivamente, la planta se ramifica en la etapa V4.

### **8.4.3 Fase reproductiva:**

**Inicio de panoja (R1)**

En la inflorescencia el ápice se puede ver al final del tallo, donde este estado se observa en 50 y 70 días aproximadamente después de la siembra (Illescas, 2017).

**Panoja (R2)**

La panoja se caracteriza por tener al menos 2 cm de largo, la coloración depende de la variedad de la planta.

**Término de la panoja (R3)**

La panoja tiene al menos 5 cm de largo, tal que, si la antesis ya ha comenzado cuando se ha alcanzado esta etapa, la planta por consiguiente debería ser clasificada en la etapa siguiente (Illescas, 2017).

**Antesis (R4)**

La flor se abre con un estigma separado, las flores hermafroditas son las primeras en abrirse, la antítesis comienza desde la mitad del eje central de la llamada panícula hasta las ramas laterales de la flor.

En esta etapa la planta es muy sensible al estrés hídrico, es necesario observar la floración al mediodía porque al atardecer y al amanecer las flores están cerradas, en el transcurso de esta etapa, la planta comienza en las hojas inferiores que son más viejas y menos para la fotosíntesis (Illescas, 2017).

**8.4.4 Valor Nutricional**

Tal cultivo se puede aprovechar de diversas formas, como grano, verdura o forraje, el amaranto es una planta con un alto valor nutricional por tener un elevado contenido de proteínas, aminoácidos y minerales (Mapes, 2010).

El amaranto tiene entre 14 y 18 gramos de proteína, su valor es superior al de todos los cereales, tienen extraordinarias propiedades nutricionales y fisicoquímicas de la proteína, su importancia no radica en la cantidad sino en la calidad de la misma con un excelente balance de aminoácidos (ante todo los esenciales). El amaranto se destaca por un contenido importante de lisina, aminoácido esencial en la alimentación humana (García et al., 2010).

## **8.5 Plagas**

### **8.5.1 Pulgón negro o chahuistle (*Aphis fabae*)**

El pulgón es un pequeño insecto de hasta 4 mm de tamaño que forman colonias en la planta y se encuentra inmóvil con la boquilla succionadora picadora, característica de este insecto, y está aún insertada en el tejido de la planta, causando daño a los brotes tiernos alimentándose de su savia (Sarmiento, 1990).

## **8.6 Enfermedades**

### **8.6.1 Mancha negra del tallo (*Macrophoma* sp)**

Se define por tener manchas oscuras que aparecen en el tallo, dichas manchas se oscurecen avanzando desde la parte superficial de la planta hasta que el tallo se pone débil y por consiguiente se dobla produciéndose necrosis y finalmente la muerte de la planta, los ataques pueden alcanzar entre el 30 y 100%, las condiciones que favorecen al desarrollo de esta enfermedad son el periodo de sequía (Sánchez et al., 1991).

#### **8.6.1 *Phoma longissima*.**

Se caracterizan por ser manchas negras o pardas localizadas en el tallo que provocan la debilidad y ruptura de tallo y finalmente provocan la muerte de la planta, esta enfermedad se diferencia por presentar puntos negros sobre la necrosis en el centro de tal lesión, su tamaño no sobrepasa los 5 cm, estas pueden atacar hojas, peciolo y ramas en un bajo grado.

#### **8.6.2 Tizón del amaranto (*Alternaria* sp).**

En Ecuador es causado por *Alternaria* spp (Sánchez et al., 1991).

## **8.7 El suelo**

El suelo es la capa superficial de la tierra y el medio en el que crecen las plantas el cual puede proporcionar nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, también almacenar agua de lluvia y liberar plantas cuando sea necesario (INIA, 2015). Es una superficie tan variada y multiforme, donde se producen los fenómenos climáticos tales como la lluvia, el viento, humedad, etc. (UNLP, 2016). Otras definiciones señalan que el suelo está formado por la descomposición de la roca madre, y por la acción de los microorganismos del suelo

conjuntamente con el clima, el tiempo, la topografía así también la vegetación (Velasquez, 2003).

## **8.8 Suelos alcalinos**

Los suelos alcalinos son aquellos cuyo pH está por encima de 7. Ello está asociado a la presencia de carbonatos en la solución del suelo. La calcita es la forma más común de carbonatos en el suelo, pero el aragonito, la dolomita y la magnesita pueden darse también (Wild, 1998).

## **8.9 Tipo de suelo en el lugar de estudio “Salache”**

Salache presenta un suelo Franco Arenoso por una permeabilidad al agua y una alta retención de agua (Taipe, 2018).

Es recomendable el suelo franco arenoso para favorecer el drenaje, la razón es porque el cultivo de amaranto es susceptible a hongos y tiene una conductividad eléctrica de 1,5 – 2,0. La mayoría de variedades de amaranto se adaptan muy bien a diversos tipos de suelo, pero las especies productoras de grano soportan un pH de hasta 8,5 con un suelo bien drenado (Nieto, 1989).

## **8.10 pH**

El pH es aquella propiedad química que se encarga de medir el grado de acidez o alcalinidad de las soluciones acuosas. Por lo tanto, se considera que el pH es el logaritmo negativo de la actividad de los protones ( $H^+$ ) en alguna solución acuosa (Osorio, 2012).

### **8.8.1 El pH del suelo**

El pH del suelo es una propiedad química muy importante ya que indica que tan ácida o alcalina es la solución del suelo, ya que es de donde las raíces y los microorganismos del suelo absorben nutrientes. La escala del pH tiene un rango de entre 0 a 14 el que se basa en el principio de que la constante de equilibrio de la disociación del agua es de  $10^{-14}$  (Osorio, 2012).

### **8.8.2 El pH del agua**

El medio muy importante del pH es fundamental en el agua, esta dicho que es necesario conocer la escala de pH desde el neutro, el bajo y hasta el alto, normalmente un agua con un  $\text{pH} < 7$  es ácido y con un  $\text{pH} > 7$  es básico o alcalino, el agua superficial tiene un rango normal de pH de 6,5 a 8,5 y las aguas subterráneas tiene de 6 a 8,5 (Driscoll, 1986).

### **8.9 Mejoradores de pH**

Los mejoradores de pH son prácticas agronómicas utilizadas para mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, con el objetivo de obtener mayores rendimientos en los cultivos (Arévalo & Castellano, 2009). Se convierten en una tecnología sostenible que puede ayudar a rentabilizar incorporando a los suelos la abundante producción de residuos de cosechas y permitir mejorar la fertilidad, minimizando la degradación de los suelos, las enmiendas orgánicas se convierten en una tecnología sostenible que puede ayudar a rentabilizar incorporando a los suelos la abundante producción de residuos de cosechas y permitir mejorar la fertilidad (Damian et al., 2018).

Las enmiendas calientan el suelo lo que le permite absorber con mayor facilidad los nutrientes. También mejora la estructura y textura del suelo haciéndole más ligero a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos. También permite mejorar la permeabilidad del suelo ya que influye en el drenaje y aireación de éste (Delgado, 2017). enmienda orgánica es el producto procedente de materiales carbonados de origen vegetal o animal, cuya función es mantener o aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, mejorar sus propiedades físicas y mejorar, también, su actividad química o biológica (Londoño, 2016).

### **8.10 Urea (N 46%)**

La Urea es un fertilizante químico de origen orgánico, entre los fertilizantes sólidos la Urea es la fuente Nitrogenada de más alta concentración con grandes ventajas en términos económicos y de manejo de cultivos altamente demandantes de Nitrógeno.

Tiene una gran variedad de usos y aplicaciones. Es un componente indispensable para producir formulas balanceadas de fertilización, se puede aplicar al suelo directamente como monoproducto, se puede incorporar a mezclas físicas balanceadas y por su alta solubilidad

en agua puede funcionar como aporte de nitrógeno en formulas NPK foliares, para fertirriego y en fertilizantes líquidos (Morales et al., 2019).

La urea es la principal fuente de fertilización nitrogenada en el mundo, especialmente en países en desarrollo; las ventajas de la urea con relación a otros son: mayor contenido de N se puede incorporar al suelo previo a la siembra y al ser un fertilizante de reacción ácida, se puede utilizar en suelos neutros o ligeramente alcalinos, además de su bajo costo de transporte por unidad de N y un manejo más seguro (Morales et al., 2019).

La urea que se expende actualmente contiene 46 por ciento de nitrógeno. Esta característica disminuye los costos por transporte y aplicación respecto a fertilizantes menos concentrados) y permite usarla con éxito en mezclas de fertilizantes (Fernandez, 1984).

### **8.11 Sulfato de amonio ( $\text{NH}_4$ )**

El Sulfato de Amonio es la fuente más accesible de nitrógeno de baja concentración, tiene un uso muy generalizado en la agricultura y además es un componente relevante en la producción de fórmulas balanceadas de fertilización. Se aplica ampliamente al suelo en forma directa como monoproducto, es una excelente fuente de fertilización en cultivos que extraen grandes cantidades de azufre del suelo como lo son los cultivos forrajeros (pastos y alfalfa), hortalizas (crucíferas, cebolla y ajo), cereales (trigo y cebada) y gramíneas (maíz, sorgo y caña de azúcar), entre otros (Baffa et al., 2017).

### **8.12 Yeso agrícola ( $\text{CaSO}_4$ )**

El yeso agrícola (sulfato de calcio dihidratado) también se emplea como enmienda en suelos ácidos, pero únicamente como un mejorador del ambiente radicular, ya que por ser una sal neutra su aplicación no cambia la acidez del suelo (prácticamente no hay cambio en el pH). Es un material que aporta calcio y azufre, disminuye la actividad del aluminio en el suelo, reduce la saturación de aluminio en el complejo de intercambio en el suelo, favorece el crecimiento y una mayor exploración de raíces, y crea una mejor estructura del suelo (Castellanos, 2014).

## 9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

### 9.1 Materiales

#### Maquinaria y equipo

- Parcelas
- Azadón
- Rastrillo
- Flexómetro
- Cámara fotográfica
- Balanza
- Bomba de agua
- Sistema de microaspersión

#### Materiales para campo

- Estacas
- Martillo
- Piola
- Guantes
- Mascarilla
- Mejoradores de pH (yeso agrícola, urea, sulfato de amonio)

#### Características del sitio de investigación

**Tabla 3** Características del sitio de investigación.

<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Cultivo Nuevo</b>	Amaranto
<b>Cantón</b>	Latacunga	<b>Sistema de siembra</b>	Manual

<b>Localidad</b>	Salache	<b>Superficie del ensayo</b>	330,15 m <sup>2</sup>
<b>Longitud</b>	78°37'14''w	<b>N° Parcelas</b>	30
<b>Latitud</b>	00°59'57''s	<b>Hileras por Parcela</b>	6
<b>Fecha de Siembra</b>	29 de abril del 2021	<b>Área de cada tratamiento</b>	9,3
<b>Altitud</b>	2800 m.s.n.m	<b>Distancia entre plántulas</b>	0,20 cm
<b>Cultivo anterior</b>	Quinoa	<b>Número de plántulas</b>	2520
<b>Textura</b>	Franco arenoso	<b>pH</b>	10,40
		<b>Distancia entre hileras</b>	0,50
		<b>Distancia de caminos</b>	0,50

**Elaborado por:** Camino, J. (2021)

## 10. HIPOTESIS

**H1.** La aplicación de mejoradores de pH con diferentes dosis en suelos alcalinos en el cultivo de amaranto (*Amaranthus cruentus L.*) mejora el desarrollo de la planta.

**H0.** La aplicación de mejoradores de pH con diferentes dosis en suelos alcalinos en el cultivo de amaranto (*Amaranthus cruentus L.*) no mejora el desarrollo de la planta.

### 10.1 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 4** Operacionalización de variables.

<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Índices</b>
La aplicación de	<b>Variable independiente.</b> Mejoradores de pH	<b>Variable dependiente.</b> Amaranto		

<p>mejoradores de pH con diferentes dosis en suelos alcalinos en el cultivo de amaranto (<i>Amaranthus cruentus</i> L.) no mejora el desarrollo de la planta.</p>			<p>Número de plántulas adaptadas</p> <p>Altura de la planta</p> <p>Número de hojas</p> <p>Diámetro de tallo</p>	<p>%</p> <p>cm</p> <p>#</p> <p>cm</p>
---	--	--	---	---------------------------------------

**Elaborado por:** Camino, J. (2021)

## 10.2 Datos a evaluar

De acuerdo al cuadro de operación de varianzas se realizó la toma de datos tomando en cuenta el número de plántulas adaptadas, altura de la planta, número de hojas, diámetro de tallo.

## 10.3 Número de plántulas adaptadas

Se realizó este procedimiento 20 días después de haber realizado el trasplante, el conteo se hizo por cada tratamiento aplicado en el diseño experimental.

## 10.4 Altura de la planta

La altura de la plántula se la tomo en cuenta 20 días después de haber realizado el trasplante con la ayuda de un metro y el libro de campo.

## 10.5 Número de hojas

Tomando en cuenta que la plántula ya tenía una adaptación a los 20 días después del trasplante se tomó el dato del número de hojas tomando en cuenta las hojas verdaderas, los datos tomados se los apunto en libro de campo.

## 10.6 Diámetro de tallo

El diámetro de tallo se le tomo en cuenta 20 días después de haber realizado el trasplante con la ayuda de un calibrador, los datos tomados se los apunto en libro de campo.

## 10.7 FACTORES EN ESTUDIO

### Factor a. Mejoradores de pH

b1: Yeso agrícola (CaSO<sub>4</sub>)

b2: Urea (N 46%)

b3: Sulfato de amonio (NH<sub>4</sub>)

### Factor b. Dosis

a1: 600 kg/ha

a2: 800 kg/ha

a3: 1000 kg/ha

## 10.8 Diseño experimental

Se aplicó el diseño experimental de bloques completos al azar con dos factores en estudio y un testigo con un arreglo factorial 3X3+1 con 3 repeticiones

## 10.9 Tratamientos

**Tabla 5** Tratamientos del ensayo experimental.

N° Tr	NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
T1	A1B1	Yeso agrícola con una dosis de 600kg/ha
T2	A1B2	Yeso agrícola con una dosis de 800 kg/ha
T3	A1B3	Yeso agrícola con una dosis de 1000 ha/kg
T4	A2B1	Urea con una dosis de 600 kg/ha

T5	A2B2	Urea con una dosis de 800 kg/ha
T6	A2B3	Urea con una dosis de 1000 Kg/ha
T7	A3B1	Sulfato de amonio con una dosis de 600 kg/ha
T8	A3B2	Sulfato de amonio con una dosis de 800kg/ha
T9	A3B3	Sulfato de amonio con una dosis de 1000 Kg/ha
T10	Testigo	Testigo Absoluto (sin enmienda)

**Elaborado por:** Camino, J. (2021)

## 10.10 Características de la parcela

### 10.10.1 Características de parcela de investigación

**Tabla 6** Características de la parcela de investigación.

<b>Características de las parcelas</b>	
Número de repeticiones	3
Número de tratamientos	30
Área de cada tratamiento	9.3 m
Distancia entre caminos	0,50 m
Largo de la parcela	3.10 m
Ancho de la parcela	3 m
Número de plantas por parcelas	84 plantas
Distancia entre hilera	0,50
Distancia entre planta	0,20 m

Número de plantas de la parcela neta	2520 plantas
Área total de trabajo	330,15 m <sup>2</sup>

**Elaborado por:** Camino, J. (2021)

## **10.11 METODOLOGÍA**

### **10.11.1 Área de estudio**

- En el área de estudio se seleccionó una dimensión de 279 m<sup>2</sup> ubicado en el (Sector de Salache) perteneciente la Cantón Latacunga, para delimitar el área de estudio se utilizó un GPS con el que se tomaron los puntos del área de estudio y de igual manera se utilizó un flexómetro.

### **10.11.2 Muestreo del área de estudio**

- Se realizó un muestreo de suelo para conocer las condiciones iniciales de la investigación: Se recolectó diez sub muestras de suelo, a una profundidad de 20 cm estas sub muestras fueron mezcladas y homogeneizadas para obtener una muestra final de 1 kg. El análisis se envió al laboratorio del INIAP estación Santa Catalina, de donde se obtuvo las características del suelo.

### **10.11.3 Preparación del terreno**

- Se realizó con ayuda de azadones y rastrillos se hizo el mullido del suelo y se retiró las cangaguas a un lado, con un flexómetro se procedió a realizar el área de cada tratamiento con una medida de 9,3m se realizaron camas de 3m de ancho y de largo de 3,10m se realizaron 30 tratamientos.
- Se aplicó los mejoradores de pH de acuerdo al diseño experimental propuesto de bloques completos al azar en arreglo factorial 3X3+1 con 3 repeticiones.

### **10.11.4 Adquisición de plántulas de amaranto y trasplante (*Amaranthus cruentus L.*)**

La adquisición se lo hizo a través del departamento de granos andinos de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

- Se procedió al trasplante de plántulas de amaranto en cada tratamiento, se colocó 84 plántulas por tratamiento con una distancia entre plántulas de 0,20cm y entre hileras 0,50cm.

#### **10.11.5 Labores pre culturales**

- El riego se lo realizó tres veces a la semana, con un sistema de goteo y microaspersión, también se hizo la aireación de suelo cada 8 días ya que el suelo se compactaba mucho. No hubo problemas fitosanitarios

#### **10.11.6 Toma de datos**

- En el transcurso del ciclo del cultivo se realizó la toma de datos cada 20 días según lo señalado en los datos a evaluar.

#### **10.11.7 Análisis de suelo final**

- Se recolectó 4 sub muestras de suelo por cada tratamiento, a una profundidad de 20 cm estas muestras fueron mezcladas por cada tratamiento. El análisis de suelo se lo hizo en el laboratorio de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi con la ayuda de un pHchímetro.

## **11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **11.1 Variable Número de plantas adaptadas en la evaluación de pH en suelos alcalinos utilizando tres mejoradores de pH en el cultivo de amaranto.**

En el análisis de varianza de la variable estudiada, se observa que no hubo significancia estadística para las fuentes de variación. El coeficiente de variación obtenido por lo cual brinda confiabilidad al experimento, el coeficiente de variación fue de 9,7 %.

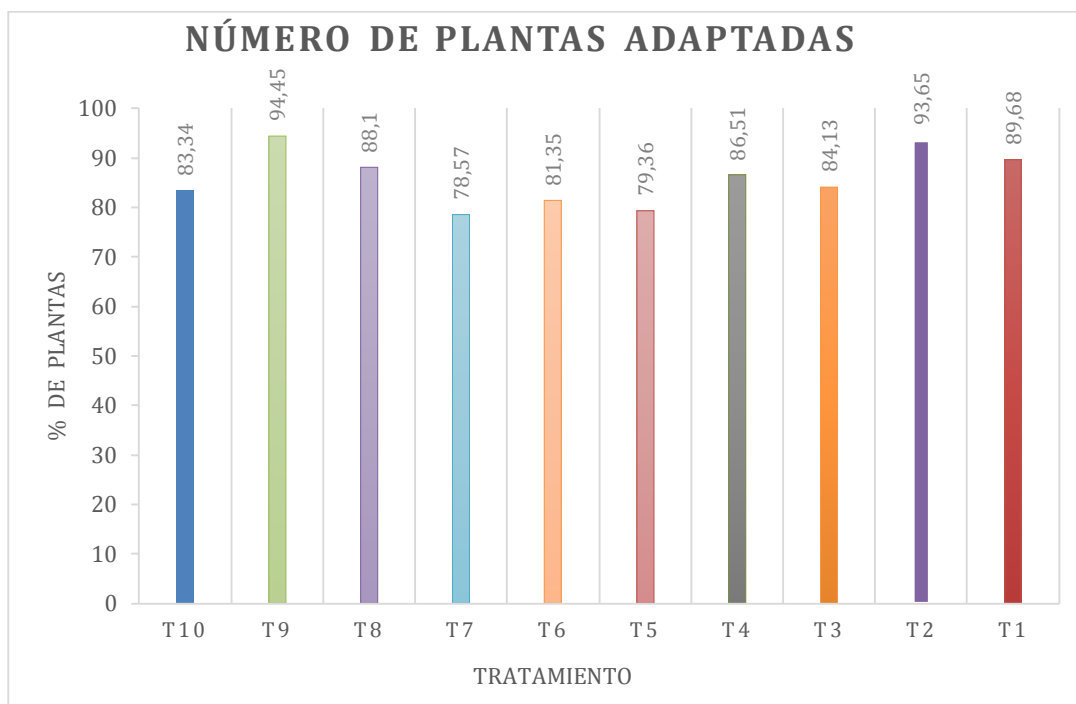
**Tabla 7** ADEVA para la variable de plantas adaptadas.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	
Tratamientos	838,62	9	93,18	1,34	0,2836	Ns
Repetición	111,77	2	55,89	0,8	0,4626	Ns
Mejoradores de pH	214,38	2	107,19	1,54	0,2405	Ns
Dosis	22,81	2	11,41	0,16	0,8497	Ns
Mejoradores de pH*Dosis	579,29	4	144,82	2,09	0,1250	Ns
Testigo vs resto	22,13	1	22,13	0,32	0,5793	Ns
Error	1249,71	18	69,43			
Total	2200,11	29				
<b>CV</b>	<b>9,7</b>					

En la **Figura 1** se observa los promedios alcanzados por cada uno de los tratamientos en el porcentaje de plantas adaptadas, T10 (Testigo) con 83,34 % , T9 (Sulfato de amonio con una dosis de 1000 Kg/ha) con 94,45 % , T8 (Sulfato de amonio con una dosis de 800kg/ha) con 88,1%, T7 (Sulfato de amonio con una dosis de 600 kg/ha) con 78,51%, T6 (Urea con una dosis de 1000 Kg/ha) con 81,35 % , T5 (Urea con una dosis de 800 kg/ha) con 79,36 % , T4 (Urea con una dosis de 600 kg/ha) con 86,51 % , T3 (Yeso agrícola con una dosis de 1000 ha/kg) con 84,13 % , T2 (Yeso agrícola con una dosis de 800 kg/ha) con 93,65 % y T1 (Yeso agrícola con una dosis de 600kg/ha) 89,68 %.

El sulfato de amonio siendo el que tiene mayor porcentaje se puede decir que favoreció un mejor aprovechamiento del Nítrico, debido a que la necesidad de azufre está relacionada con la cantidad de nitrógeno disponible en la planta (Barrios et al., 2012).

El sulfato de amonio con la dosis permitió una mejor disponibilidad de nitrógeno para la planta, esta fuente de nitrógeno ha demostrado una eficiencia alta y resistente a las pérdidas de volatilización, lavado y desnitrificación por ello la adaptación de plantas se llevó a cabo en su mejor manera en este tratamiento (Barrios et al., 2012).

**Figura 1** Tratamientos en la Variable Número de plantas adaptadas

**Elaborador por:** Camino, J. (2021)

### 11.2 Variable Altura de planta en la evaluación de pH en suelos alcalinos utilizando tres mejoradores de pH en el cultivo de amaranto.

**Tabla 8** ADEVA para la variable Altura de planta.

<b>20</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>
<b>DIAS</b>	<b>DIAS</b>	<b>DIAS</b>	<b>DIAS</b>

<b>F.V.</b>	<b>GL.</b>	<b>F.C.</b>	<b>Sig.</b>	<b>F.C.</b>	<b>Sig.</b>	<b>F.C.</b>	<b>Sig.</b>	<b>F.C.</b>	<b>Sig.</b>	<b>F- crítico</b>
Tratamientos	9	0,55	Ns	1,5	Ns	0,85	Ns	4,21	*	2,46
Repeticiones	2	0,41	Ns	1,95	Ns	1,25	Ns	15,05	Ns	3,55
Mejoradores										
de pH	2	0,25	Ns	0,60	Ns	0,57	Ns	5,25	*	3,55
Dosis	2	0,10	Ns	0,60	Ns	1,00	Ns	0,250	Ns	3,55
Mejoradores de pH*Dosis	4	0,75	Ns	2,40	Ns	0,86	Ns	3,00	*	2,93
Testigo vs resto	1	1,54	Ns	0,6	Ns	1,43	Ns	13,56	*	4,41
Error	18									
Total	29									
<b>CV</b>		9,83		6,87		6,61		3,55		

Al realizar de análisis de varianza para la variable altura de planta en la **Tabla 8** se observa que a los 80 días existe significancia estadística para las fuentes de variación tratamiento, repeticiones, mejoradores de pH, mejoradores de pH por Dosis y la interacción testigo vs resto, las otras fuentes de variación no tuvieron significancia estadística, se obtuvo un coeficiente de variación de 3,55 %. El nivel de significancia de 0.05 indica que existe un riesgo de 5% de concluir que existe una diferencia cuando no hay una diferencia real (Minitab, 2019).

**Tabla 9** Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos en la variable altura de planta a los 80 días.

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
---------------------	---------------	---------------

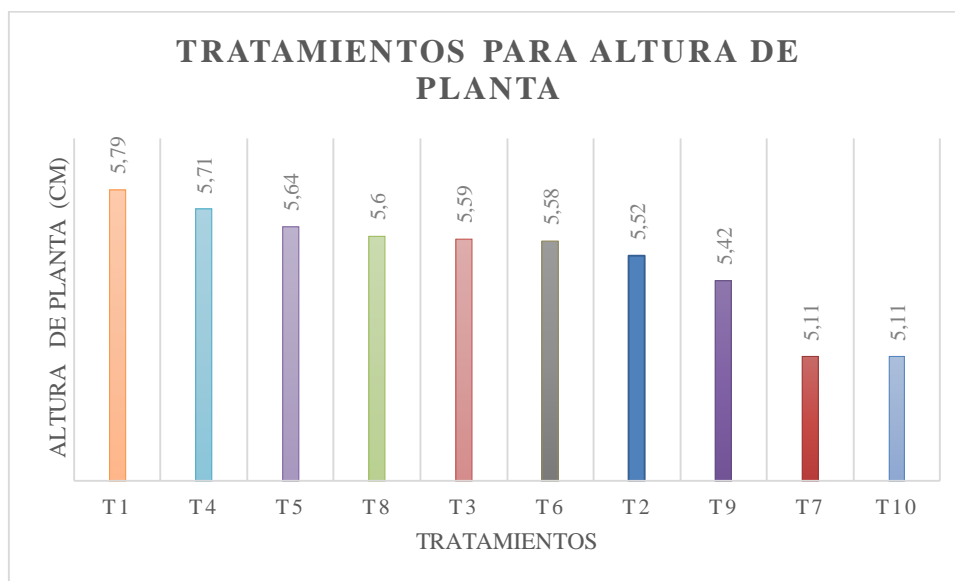
T1	5,79	A	
T4	5,71	A	
T5	5,64	A	B
T8	5,6	A	B
T3	5,59	A	B
T6	5,58	A	B
T2	5,52	A	B
T9	5,42	A	B
T7	5,11		B
T10	5,11		B

---

**Elaborador por:** Camino, J. (2021)

En la **Tabla 9** se observa los promedios alcanzados por cada uno de los tratamientos a los 80 días donde existen tres rangos de significación, los tratamientos T1 (Yeso agrícola con una dosis de 600kg/ha), T4 (Urea con una dosis de 600 kg/ha), se ubicaron en el rango “A” con promedios de 5,79 y 5,71 cm. Los tratamientos T5 (Urea con una dosis de 800 kg/ha), T8 (Sulfato de amonio con una dosis de 800kg/ha), T3 (Yeso agrícola con una dosis de 1000 ha/kg), T6 (Urea con una dosis de 1000 Kg/ha), T2 (Yeso agrícola con una dosis de 800 kg/ha) y T9 (Sulfato de amonio con una dosis de 1000 Kg/ha) se ubicaron en rango “AB” con valores promedio de 5,64; 5,6; 5,59; 5,58; 5,52; 5,42; cm respectivamente. El tratamiento T7 (Sulfato de amonio con una dosis de 600 kg/ha) y T10 (Testigo) se ubicaron en el rango “B” con promedios de 5,11 cm.

El promedio de T1 señala que este tratamiento tuvo más altura en plantas debido al yeso agrícola que proporcionó una mejora en la alcalinidad del suelo que impide que las raíces exploten los nutrientes y agua en los horizontes del subsuelo, es decir, actúa principalmente en la zona de incorporación de yeso en la superficie del suelo gracias a su mayor solubilidad (Intagri, 2011).

**Figura 2** Tratamientos en Altura de planta a los 80 días.

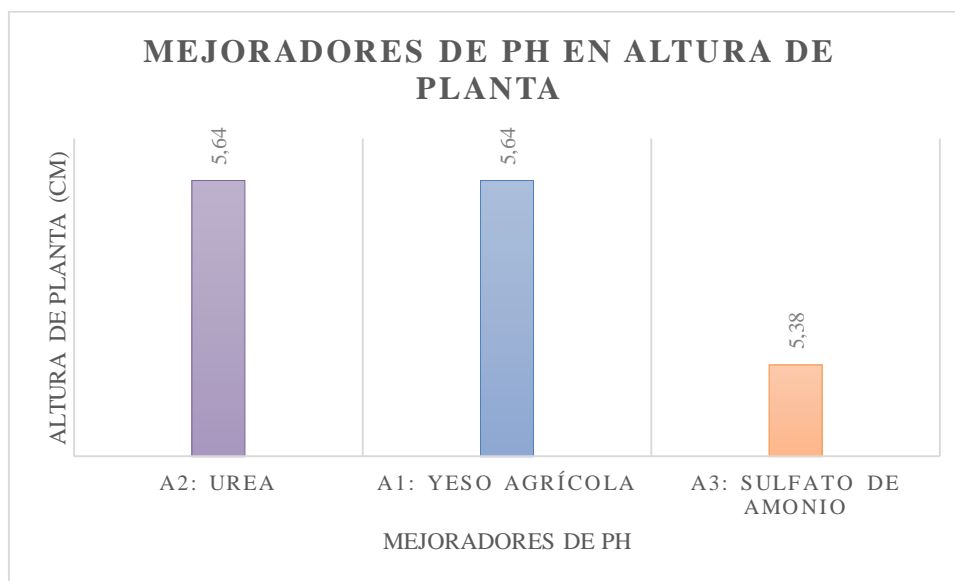
**Elaborador por:** Camino, J. (2021)

**Tabla 10** Prueba de Tukey al 5% para Mejoradores de pH en la variable Altura de planta a los 80 días.

Mejoradores de pH	Medias	Rangos
A2: Urea	5,64	A
A1: Yeso agrícola	5,64	A
A3: Sulfato de amonio	5,38	B

La **Tabla 10** nos presenta los promedios y rangos obtenidos por cada una de los mejoradores de pH a los 80 días, en el rango “A” significación se encuentra la Urea y el Yeso agrícola con valores promedios de 5,64 y 5,64 cm, mientras que el sulfato de amonio se ubicó en el rango “B” de significación con un promedio de 5,38 cm.

El yeso agrícola tiene un mecanismo de acción que es el de sustituir el sodio por el calcio mediante intercambio catiónico (Trasviña et al., 2018), la adaptabilidad del amaranto al pH del suelo se observa dependiendo la dinámica de los nutrientes que son absorbidos por las raíces de la planta y estos influyen con la producción, mientras tanto, en el caso de la urea se incorpora a las raíces lo que realiza una fertilización orgánica (Espinoza, 1999).

**Figura 3** Mejoradores de pH en Altura de planta a los 80 días.

**Elaborador por:** Camino, J (2021)

**Tabla 11** Prueba de Tukey al 5% para Mejoradores de pH por dosis en la variable Altura de planta a los 80 días.

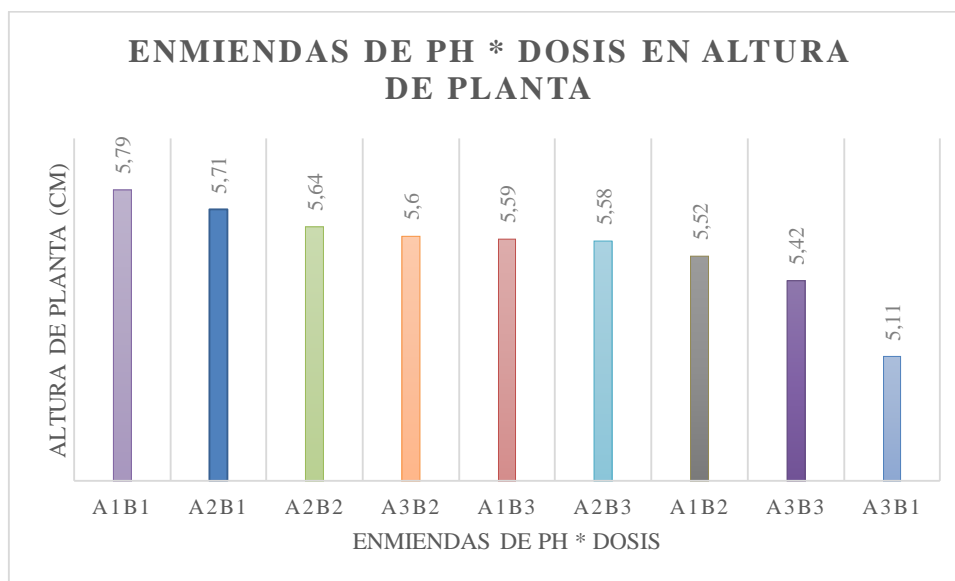
<b>Mejoradores de pH *</b>		
<b>Dosis</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
A1B1	5,79	A
A2B1	5,71	A

A2B2	5,64	A	
A3B2	5,6	A	
A1B3	5,59	A	
A2B3	5,58	A	
A1B2	5,52	A	
A3B3	5,42		B
A3B1	5,11		B

---

**Elaborador por:** Camino, J. (2021)

En la **Tabla II** se observa los promedios alcanzados por una de las interacciones a los 80 días donde existen dos rangos de significación, las interacciones A1B1 (Yeso agrícola con una dosis de 600kg/ha), A2B1 (Urea con una dosis de 600 kg/ha), A2B2 (Urea con una dosis de 800 kg/ha), A3B2 (Sulfato de amonio con una dosis de 800kg/ha), A1B3 (Yeso agrícola con una dosis de 1000 ha/kg), A2B3 (Urea con una dosis de 1000 Kg/ha), A1B2 (Yeso agrícola con una dosis de 800 kg/ha) se ubicaron en el rango “A” con promedios de 5,79; 5,71 5,64; 5,6; 5,59; 5,58; 5,52; cm. Las interacciones A3B3 (Sulfato de amonio con una dosis de 1000 Kg/ha) y A3B1 (Sulfato de amonio con una dosis de 600 kg/ha) se ubicaron en rango “B” con valores promedio de 5,42; 5,11 cm respectivamente.

**Figura 4** Mejoradores de pH por dosis en Altura de planta a los 80 días.

**Elaborador por:** Camino, J. (2021)

En la **Figura 4** el tratamiento A1B1 obtuvo mayor número en altura de la planta obteniendo así que el yeso agrícola en el primer lugar como enmienda influenciadora del crecimiento de la planta, se apreció que con la aplicación de yeso agrícola no solamente el  $\text{Ca}^{2+}$  ocupa los lugares de intercambio disponibles al mover e intercambiar el  $\text{Na}^{+}$ , sino que también el  $\text{H}^{+}$  disociado del agua de riego se coloca en el suelo, ocurriendo un proceso de acidificación, sin embargo, los bicarbonatos causantes de la alcalinidad se combinan con el  $\text{Ca}^{2+}$  del yeso y esto forma compuestos de baja solubilidad y contribuye también en la reducción del pH (Rodrigues da Silveira et al., 2008).

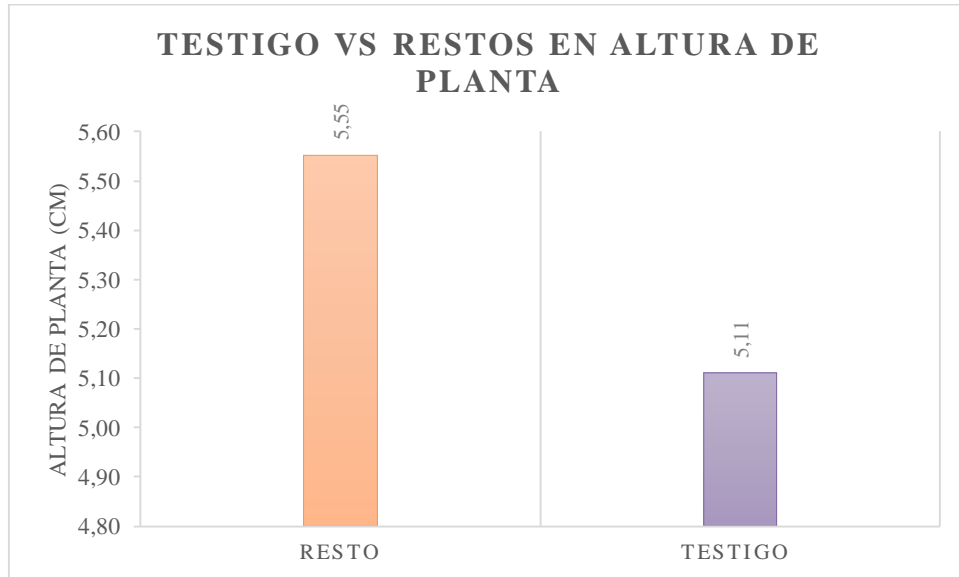
**Tabla 12** Prueba de Tukey al 5% para Testigo vs Resto en la variable Altura de planta a los 80 días.

	Medias	Rangos
Resto	5,55	A
Testigo	5,11	B

Para la variable altura de planta se observa en la **Tabla 12** luego de realizar la prueba de Tukey 5% a los 80 días que los promedios del Resto (Tratamientos) son mayores que los promedios

del testigo obteniendo un promedio de 5,55 cm, mientras que el valor alcanzado para el testigo fue de 5,11 cm.

**Figura 5** Testigo vs Resto en la variable Altura de planta a los 80 días.



**Elaborador por:** Camino, J. (2021)

El testigo es menor ya que la acidez del suelo no es controlada, y al no utilizar ninguna enmienda para el control del pH del suelo o a su vez la nutrición de la planta, el amaranto no surge con condiciones favorables para una buena cosecha.

### 11.3 Variable Número de Hojas en la evaluación de pH en suelos alcalinos utilizando tres mejoradores de pH en el cultivo de amaranto.

**Tabla 13** ADEVA para la variable Número de hojas.

F.V.	GL.	20 DIAS		40 DIAS		60 DIAS		80 DIAS		F- crítico
		F.C.	Sig.	F.C.	Sig.	F.C.	Sig.	F.C.	Sig.	
Tratamientos	9	1,66	Ns	2,09	Ns	1,62	Ns	2,1	ns	2,46
Repeticiones	2	0,37	Ns	1,18	Ns	3,57	Ns	2,38	ns	3,55
Mejoradores de pH	2	1,00	Ns	0,50	Ns	2,59	Ns	4,68	*	3,55
Dosis	2	1,00	Ns	2,67	Ns	0,50	Ns	0,826	ns	3,55
Mejoradores de pH*Dosis	4	2,50	Ns	3,00	*	1,86	Ns	1,30	ns	2,93
Testigo vs resto	1	0,13	Ns	1,24	Ns	0,92	Ns	2,54	ns	4,41
Error	18									
Total	29									
<b>CV</b>		5,87		4,06		5,49		7,63		

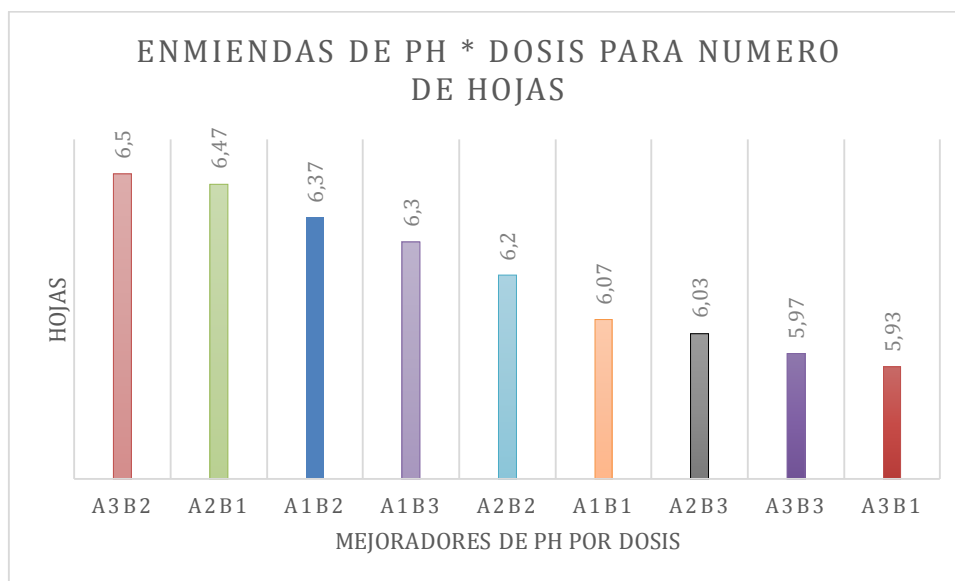
Al realizar de análisis de varianza para la variable número de hojas, en la **Tabla 13** se observa que a los 40 días hubo significancia estadística para la interacción Mejoradores de pH por Dosis, las otras fuentes de variación no tuvieron significancia estadística, se obtuvo un coeficiente de variación de 4,06 %. A los 60 días hubo significancia estadística para la fuente de variación repeticiones, las otras fuentes de variación no tuvieron significancia estadística, se obtuvo un coeficiente de variación de 5,49 %. A los 80 días hubo significancia estadística para la fuente de variación mejoradores de pH, las otras fuentes de variación no tuvieron significancia estadística, se obtuvo un coeficiente de variación de 7,63 %.

**Tabla 14** Prueba de Tukey al 5% para la interacción Mejoradores de pH por Dosis en la variable Número hojas a los 40 días.

<b>Mejoradores de pH *</b>		
<b>dosis</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
A3B2	6,5	A
A2B1	6,47	A
A1B2	6,37	A
A1B3	6,3	A
A2B2	6,2	A
A1B1	6,07	B
A2B3	6,03	B
A3B3	5,97	B
A3B1	5,93	B

**Elaborador por:** Camino, J. (2021)

En la **Tabla 14** se observa los promedios alcanzados por una de las interacciones a los 40 días donde existen dos rangos de significación, las interacciones A3B2 (Sulfato de amonio con una dosis de 800kg/ha), A2B1 (Urea con una dosis de 600 kg/ha), A1B2 (Yeso agrícola con una dosis de 800 kg/ha), A1B3 (Yeso agrícola con una dosis de 1000 ha/kg), A2B2 (Urea con una dosis de 800 kg/ha), se ubicaron en el rango “A” con promedios de 6,5; 6,47;6,37;6,3;6,2; hojas. Las interacciones A1B1 (Yeso agrícola con una dosis de 600kg/ha), A2B3 (Urea con una dosis de 1000 Kg/ha), A3B3 (Sulfato de amonio con una dosis de 1000 Kg/ha) y A3B1 (Sulfato de amonio con una dosis de 600 kg/ha) se ubicaron en rango “B” con valores promedio de 6,07;6,03; 5,97; 5,93 hojas respectivamente.

**Figura 6** Mejoradores de pH por dosis en Número de hojas a los 40 días.

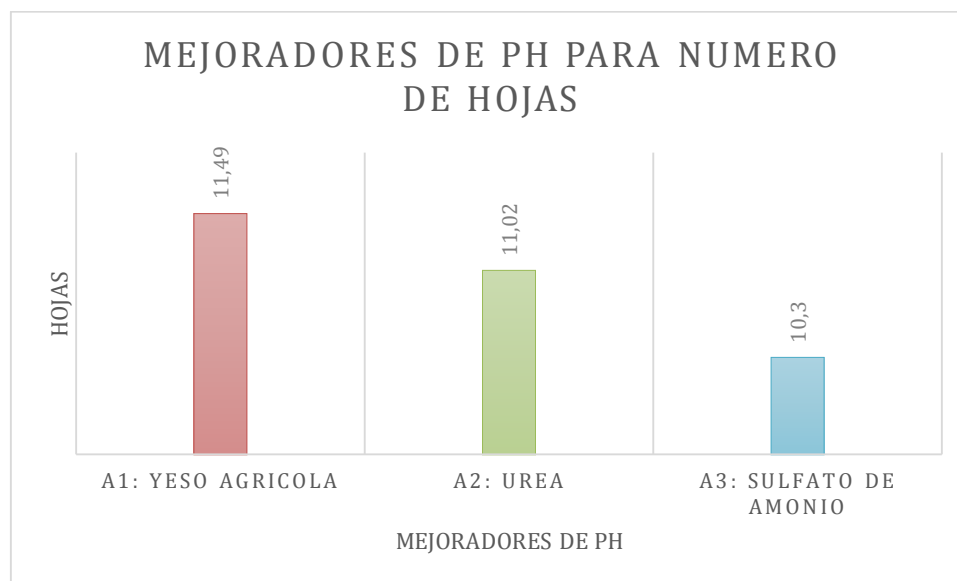
**Elaborador por:** Camino, J. (2021)

**Tabla 15** Prueba de Tukey al 5% para Mejoradores de pH en la variable número de hojas a los 80 días.

Mejoradores de pH	Medias	Rangos
A1: Yeso agrícola	11,49	A
A2: Urea	11,02	A B
A3: Sulfato de amonio	10,3	B

La **Tabla 15** nos presenta los promedios y rangos obtenidos por cada una de los mejoradores de pH a los 80 días, en el rango “A” significación se encuentra la Yeso agrícola con valores promedio de 11,49 hojas, en el rango “AB” se encuentra la Urea con valores promedio de 11,02 hojas, mientras que el sulfato de amonio, se ubicó en el rango “B” de significación con un promedio de 10,3 hojas.

El yeso agrícola favorece la desalinización, esto siempre conlleva a la desodificación, por tanto, una relación favorable del calcio frente al sodio en el agua de riego puede ser suficiente para un proceso satisfactorio de desodificación (Quintanilla, 2019).

**Figura 7** Mejoradores de pH en número de hojas a los 80 días.

**Elaborador por:** Camino, J. (2021)

#### 11.4 Variable diámetro de tallo en la evaluación de pH en suelos alcalinos utilizando tres mejoradores de pH en el cultivo de amaranto.

**Tabla 16** ADEVA para la variable Diámetro de tallo.

F.V.	GL.	20 DIAS		40 DIAS		60 DIAS		80 DIAS		F- crítico
		F.C.	Sig.	F.C.	Sig.	F.C.	Sig.	F.C.	Sig.	
Tratamientos	9	Sd	ns	1,53	Ns	0,32	Ns	1,01	Ns	2,46
Repeticiones	2	Sd	ns	9,07	Ns	6,33	Ns	1,47	Ns	3,55
Mejoradores de pH	2	Sd	ns	0,43	Ns	0,59	Ns	1,37	Ns	3,55
Dosis	2	Sd	ns	1,93	Ns	0,10	Ns	0,522	ns	3,55
Mejoradores de pH*Dosis	4	Sd	ns	2,27	Ns	0,22	Ns	1,09	ns	2,93
Testigo vs resto	1	Sd	ns	0,1	Ns	0,66	Ns	0,94	ns	4,41
Error	18									
Total	29									
cv		0		10,25		7,7		8,96		

Al realizar de análisis de varianza para la variable diámetro de tallo se observa que a los 40 y 60 días hubo significancia estadística para la fuente de variación repeticiones, las otras fuentes de variación no tuvieron significancia estadística, se obtuvo los coeficientes de variación de 7,7 y 8,96 % respectivamente.

El diámetro del tallo es un parámetro de gran importancia en las plantaciones de maíz, ya que influye sobre el doblamiento de los tallos cuando son afectados por fuertes vientos, el grosor del tallo depende de la variedad, las condiciones ambientales y nutricionales del suelo (Blessing & Hernández, 2009).

### **11.5 Interpretación del análisis inicial y análisis final de suelo analizado en el laboratorio de suelos de INIAP estación Santa Catalina y el laboratorio de agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi.**

**Tabla 17** Interpretación de análisis inicial y final.

<b>Localización</b>		
	<b>pH</b>	<b>Textura</b>
<b>2800 msnm</b>		
<b>Análisis inicial</b>	<b>10,40</b>	Franco-arenoso
<b>Análisis final</b>		
<b>Testigo</b>	<b>10,2</b>	Franco-arenoso
<b>Yeso agrícola</b>	<b>9,86</b>	Franco-arenoso
<b>Urea</b>	<b>9,51</b>	Franco-arenoso
<b>Sulfato de amonio</b>	<b>9,7</b>	Franco-arenoso

**Elaborador por:** Camino, J (2021)

En análisis del suelo permiten simplificar, cuantificar y comunicar fenómenos complejos, y son usados en muchas esferas del conocimiento (García et al., 2012). El análisis consistió en establecer si los mejoradores de pH aplicados en los tratamientos tuvieron resultados químicos mediante la interpretación de resultados obtenidos en el laboratorio de agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

El análisis químico del suelo se pudo observar las siguientes modificaciones en pH se inició alto con 10,40 en un suelo franco arenoso. En el análisis del laboratorio de agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi el mejorador de pH ubicado en el primer rango de significancia es la de urea ya que se obtuvo una ligera modificación de pH siendo esta el mejor mejorador de pH la cual inicio con un pH de 10,40 y finalizo la investigación con un pH de 9,51. La urea se convierte en amoníaco y después éste se transforma en amonio, está transformación a amonio es un proceso de hidrólisis que, dependiendo del pH del suelo, da lugar a diferentes productos (Rodríguez et al., 2016).

La aplicación de urea como mejorador de pH produjo una tendencia de descenso del pH actual y potencial, esto podría sugerir las bondades de la práctica de la fertilización cálcico-magnésica conjuntamente con la nitrogenada para prevenir procesos de suelos alcalinos (Bestillero & Gusmerotti, 2017)

El mejorador de pH sulfato de amonio ocupan el segundo rango de significación en cuanto a pH de suelo ya que su modificación no es alta, pero si es significativa en la cual se inició con pH de 10,40 y finalizo con pH de 9,7.

El sulfato de amonio permanece en la superficie del suelo, el amonio puede ser susceptible a la volatilidad, posee un efecto acidificante en el suelo, existen varios estudios relacionados con el uso de sulfato de amonio y sus beneficios en aspectos como la disminución de la tasa máxima e incremento del periodo de nitrificación, reducción de las pérdidas de N debido a que tiene un proceso de nitrificación por poseer sulfato que recae sobre el pH (Daza et al., 2018).

El mejorador de pH yeso agrícola se encuentran en el último rango de significación el cual inicio con pH de 10,40 y finalizo con pH de 9,86 siendo este el menos favorable en mejoradores de pH.

El yeso agrícola es una enmienda que también se puede utilizar como fertilizante, la

composición varía entre el calcio y el azufre, los productos finales de la disolución del yeso participan en las reacciones de intercambio catiónico y aniónico y también en la formación de complejos iónicos y precipitados, el yeso no modifica el pH del suelo ya que su valor neutralizante es cero, pero se obtiene muchos beneficios que tiene en la raíz, debido a que mejora el ambiente radicular (Fertilab, 2011).

El testigo al cual no se le aplicó ningún tipo de mejorador de pH tuvo una modificación baja la cual inició con pH de 10,40 y terminó la investigación con pH de 10,2 por el cual no se obtuvo ningún grado de significancia en esta investigación.

Las características morfológicas del amaranto son el crecimiento erecto, con densidad de la inflorescencia intermedia erecta, panojas amarantiformes y color intenso de rosado a morado dependiendo la variedad (Peralta et al., 2008)

## CONCLUSIONES

- El mejorador de pH más efectivo en la investigación fue la urea, ya que ésta fue responsable de disminuir el pH del suelo de 10,40 a 9,51.
- Las dosis aplicadas como mejoradores de pH que obtuvieron mejor resultado es la dosis de 800 kg/ha para los tres mejoradores de pH aplicadas en el diseño experimental, por lo cual todas obtuvieron un incremento de altura con respecto a la planta.
- La calidad del suelo no mejoró, sin embargo, la disminución del pH realza una mejor adaptabilidad del amaranto en los suelos del sector Salache, notando una buena fertilización en la planta.

## RECOMENDACIONES

- Es recomendable realizar un análisis de agua de riego, ya que la dureza del agua puede ser un factor contradictorio en el desarrollo de la planta, así como la adaptación de nutrientes aplicados al suelo.
- La adaptación del cultivo si bien depende del pH del suelo, toma en cuenta otras características importantes como la porosidad del suelo que en este caso fue escasa produciendo compactación al realizar el riego.
- Realizar una observación de otras dosis en la aplicación de mejoradores de pH.
- Es muy importante compartir los conocimientos adquiridos a lo largo de la investigación exponiendo ideas a los agricultores aledaños a la zona, asimismo aportar conocimientos para realizar un manejo correcto de los suelos.

**BIBLIOGRAFÍA:**

- Aguilar, H. (2012). Perfil de expresión a nivel transcripcional en respuesta a estrés salino en dos especies de amaranto (*Amaranthus cruentus* L. y *Amaranthus hypochondriacus* L.) [INSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA, A.C.]. file:///C:/Datos/descargas/TDIPICYTA3P42012.pdf
- Arévalo, G., & Castellano, M. (2009). Manual Fertilizantes y Enmiendas. Programa de Manejo Integrado de Plagas en América Central “PROMIPAC”, 1(1), 55.
- Baffa, F., Carreras, N., Martínez, J. F., & Massolo, M. E. (2017). PROYECTO FINAL: SULFATO DE AMONIO. 1, 287.
- Barbaro, L., Karlanian, A., & Mata, D. (2014). DESARROLLO DE CULTIVOS EN SUELOS ALCALINOS. Fertilab, 1(1).
- Castellanos, J. (2014). Acidez del Suelo y su Corrección. Hojas técnicas fertilab, 4.
- Chamorro, F. (2019). Evaluación del amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) en dos sistemas de labranza con cuatro niveles de fertilización nitrogenada. Universidad Central del Ecuador.
- Damian, M. J., Gonzáles, F., Quiñones Paredes, P., & Terán Iparraguirre, J. R. (2018). Plan de enmiendas, yeso agrícola, compost mejorado y enriquecido con EM y humus de lombriz, para mejorar el suelo. Arnaldoa, 25(1), 141-158. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.251.25109>
- Delgado, D. (2017). APLICACIÓN DE ENMIENDAS ORGÁNICAS PARA LA RECUPERACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO ASOCIADAS A LA EROSIÓN HÍDRICA. 17, 77-82. <https://doi.org/10.21501/21454086.1907>
- Driscoll. (1986). ¿Qué es el pH del agua? – PureWater Colombia | Tecnología en Tratamiento de Aguas|. <https://purewater.com.co/que-es-el-ph-del-agua/>
- Espitia. (1991). Guía para el cultivo del amaranto en los Valles Altos de la Mesa Central. 23-74.
- Fernandez, M. (1984). LA UREA, FERTILIZANTE NITROGENADO. IPA Lo Platina n°26.
- García, J., Alejandre, G., Valdes, C., & Medrano, H. (2010). El Amaranto Investigación Agronómica en el Norte de México. Instituto Tecnológico del Valle Guadina.

- Hernández, R., & Herrerías, G. (1998). AMARANTO: HISTORIA Y PROMESA. 1, 529.
- Illescas, J. (2017). ESTUDIO FENOLÓGICO DE DOS VARIEDADES DE AMARANTO EN LAS CONDICIONES AGROMETEREOLÓGICAS DE QUEROCHACA. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
- INIA. (2015). Semana de la Ciencia y Tecnología Jornada de Puertas Abiertas. INIA, 1, 19.
- INIAP. (2008). El ataco, sangorache o amaranto negro (*Amaranthus hybridus* L.) en Ecuador. Estación Experimental Santa Catalina, 143. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2710/1/iniapscpm143.pdf>
- Kluepfel, M. (2012). Cambiando el pH del Suelo | Home & Garden Information Center. Clemson. <https://hgic.clemson.edu/factsheet/cambiando-el-ph-del-suelo/>
- Londoño, D. M. D. (2016). Aplicación de enmiendas orgánicas para la recuperación de propiedades físicas del suelo asociadas a la erosión hídrica. Lámpsakos, 17, 77-83.
- Mapes, C. (2010). (*Amaranthus* Spp.) planta originaria de México. 12.
- Martínez, B., & Rodríguez, S. (2010). EVALUAR LA APLICACIÓN DE CUATRO FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE AMARANTO (*Amaranthus* spp) EN DOS LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI. UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI.
- Mendoza, A. (2013). RENDIMIENTO DE GRANO Y FORRAJE EN VARIEDADES DE AMARANTO BAJO DOS DENSIDADES DE POBLACION EN SAN LUIS POTOSI. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ.
- Morales, E., Arriaga, M., Lopez, J., Martínez, A., & Jesus Morales. (2019). Urea (NBPT) una alternativa en la fertilización nitrogenada de cultivos anuales. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 10(8), 1876-1885.
- Nieto, C. (1989). El cultivo de Amaranto *Amaranthus* spp una alternativa agronómica para el Ecuador. INIAP, 52, 25.
- Osorio, N. W. (2012). PH DEL SUELO Y DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES. Manejo Integral del Suelo y Nutrición Vegetal, 1(4), 4.
- Peralta, E. (2012). El amaranto en el Ecuador «Estado del arte». 1, 43.
- Peralta, E., Mazón, N., Murillo, A., & Rodríguez, D. (2014). Manual agrícola de Granos Andinos. INIAP, 69(4), 72.

- Pinto, A., & Vargas, S. (2008). EFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS Y QUÍMICOS EN EL CULTIVO DE AMARANTO (*Amaranthus caudatus* L.) [UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/258/2/03%20AGP%2073%20EFECTO%20DE%20LOS%20ABONOS%20ORG%20c3%81NICOS%20Y%20QU%20c3%8dMICOS%20EN%20EL%20CULTIVO%20DE%20AMARANTO%20%28Amaranthus%20caudatus%20L.%29.pdf>
- Ramírez, M. E., Carballo Carballo, A., Santacruz Varela, A., Conde Martínez, V., Espitia Rangel, E., & González Cossío, F. (2010). Distinción, homogeneidad y estabilidad mediante caracterización morfológica en variedades de amaranto. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 1(3), 335-349.
- Rojas, W., Soto, J. K., Pinto, M., Jager, M., & Padulosi, S. (2010). GRANOS ANDINOS Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia. *Bioersity International*, 1, 178.
- Sánchez, E. M., Espitia, R. E., & Osada, K. S. (1991). Etiología del tizón (*alternaria tenuis*) en amaranto (*Amaranthus* sp). Primer congreso internacional del amaranto, 22-27.
- Sarmiento, J. Barrios, M., García, J., & Basso, C. (2012). Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el contenido de nitrato y amonio en el suelo y la planta de maíz. *Bioagro*, 24(3), 213-220.
- Bestillero, H., & Gusmerotti, L. (2017). *Efecto de corrección de la acidificación provocada por la utilización de fertilizantes nitrogenados mediante la utilización de dosis equivalentes de fertilizantes cálcico/magnésicos* [Proyecto de grado]. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA.
- Blessing, D., & Hernández, T. (2009). *UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMIA DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL*. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMIA DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL.
- Daza, C., Greydy, S., & Urrutia, N. (2018). Agronomic and environmental benefits of nitrogen fertilizers sources in *Ocimum basilicum* L. *Revista DYNA*, 85, 294-303.

Espinoza, J. (1999). Acidez y encalado de suelos. *International Plant Nutrition Institute*, 1, 46.

Fertilab. (2011). *Beneficios del Uso de Yeso Agrícola en Suelos Ácidos*. Fertilab. <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/Bondades%20del%20Yeso%20Agricola%20para%20Suelos%20Acidos.pdf>

García, Y., Ramírez, W., & Sánchez, S. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos: Una nueva manera de evaluar este recurso. *Pastos y Forrajes*, 35(2), 125-138.

Intagri. (2011). *Manual de Uso del Yeso Agrícola como Mejorador de Suelos* / Intagri S.C. Intagri. <https://www.intagri.com/articulos/suelos/manual-de-uso-del-yeso-agricola>

Minitab. (2019). *Interpretar los resultados clave para la ANOVA de un solo factor* [Mtbtopic]. <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/anova/how-to/one-way-anova/interpret-the-results/key-results/>

Peralta, E., Villacrés, E., Mazón, N., Rivera, M., & Subia, C. (2008). EL ATACO SANGORACHE O AMRANTO NEGRO EN ECUADOR. *INIAP*, 143, 64.

Quintanilla, J. (2019). *APLICACIÓN DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA AZUCARERA PARA LA REMEDIACIÓN DE UN SUELO SALINO-SÓDICO DE COSTA CENTRAL*. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA.

Rodrigues da Silveira, K., Rosas, R., & Bezerra, L. (2008). Gypsum-saturated water to reclaim alluvial saline sodic and sodic soils. *Sci. AGric*, 65, 69-76.

Rodríguez, T. de J., Ojeda-Barrios, D. L., Blanco-Macías, F., Valdez-Cepeda, R. D., Parra-Quezada, R., Rodríguez-Jiménez, T. de J., Ojeda-Barrios, D. L., Blanco-Macías, F., Valdez-Cepeda, R. D., & Parra-Quezada, R. (2016). Ureasa y níquel en la fisiología de las plantas. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 22(2), 69-82. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2014.11.051>

Trasviña, B., Bórquez, J., Almaná, L., Castro, & Gutierrez, M. (2018). Rehabilitación de un suelo salino con yeso agrícola en un cultivo de nogal en el Valle del Yaqui. T. *Terra Latinoamericana*, 36, 85-90.

- (1990). Guía para el manejo de plagas en cultivos andinos subexplotados. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300068077>
- Sembralia, C. (2020, octubre 14). Suelos alcalinos, te mostramos cómo bajar el pH. Sembralia. <https://sembralia.com/suelo-alcalino-ph/>
- Siguas, O. J. (2019). Requerimiento térmico de las fases fenológicas de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L): Precoz y tardía en Ayacucho. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 7(1), 18-31.
- Silva, C. (2007). Caracterización fisicoquímica y nutracéutica de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) cultivado en San Luis Potosí [Doctorado]. NSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA, A.C.
- Sumar, L. (1982). *Amaranthus caudatus* El Pequeño Gigante. (Tercer Congreso Internacional de Cultivos Andinos, La Paz) [Centro de Investigaciones de Cultivos Andinos]. Universidad Nacional el Cusco.
- Suquilanda, M. (2012). Producción orgánica de cultivos andinos. En Manual Técnico (FAO, pp. 119-153). FAO.
- Taípe, J. (2018). “CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LAS ESPECIES DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS ASOCIADAS EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicon esculentum* Mill.) EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI CANTÓN SALCEDO”. Universidad Técnica de Ambato.
- UNLP. (2016). El suelo: Un universo invisible. *Mantenimiento de espacios verdes*, 6, 13.
- Velasquez, J. (2003). EL SUELO. Proyecto subsectorial de irrigación, 1-19.
- Velástegui, G. P., Núñez-Torres, O. P., Pazmiño, N. D. P., Villacrés, M. R., & Cruz, S. E. (2018). Comparación de dos variedades de amaranto: Blanco (*Amaranthus hypocondriacus* L.) y sangoracha (*Amaranthus quitensis* L.) utilizando azolla (*Azolla Filiculoides*) como sustrato en la propagación sexual. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 6(1), 11-21.
- Wild, A. (1998). Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Mundi prensa. [//www.mundiprensa.com/catalogo/9788471144003/condiciones-del-suelo-y-desarrollo-de-las-plantas-segun-russell](http://www.mundiprensa.com/catalogo/9788471144003/condiciones-del-suelo-y-desarrollo-de-las-plantas-segun-russell)

**ANEXOS**

**Anexo 1. Aval de ingles**



## *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 DE TRES MEJORADORES DE pH CON TRES DOSIS EN EL CULTIVO DE AMARANTO (*Amaranthus cruentus* L) EN EL SECTOR SALACHE, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI 2021”** presentado por: **Jonathan Fabricio Camino Gavilanes**, egresado de la Carrera de: **Ingeniería Agronómica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, septiembre del 2021

Atentamente,

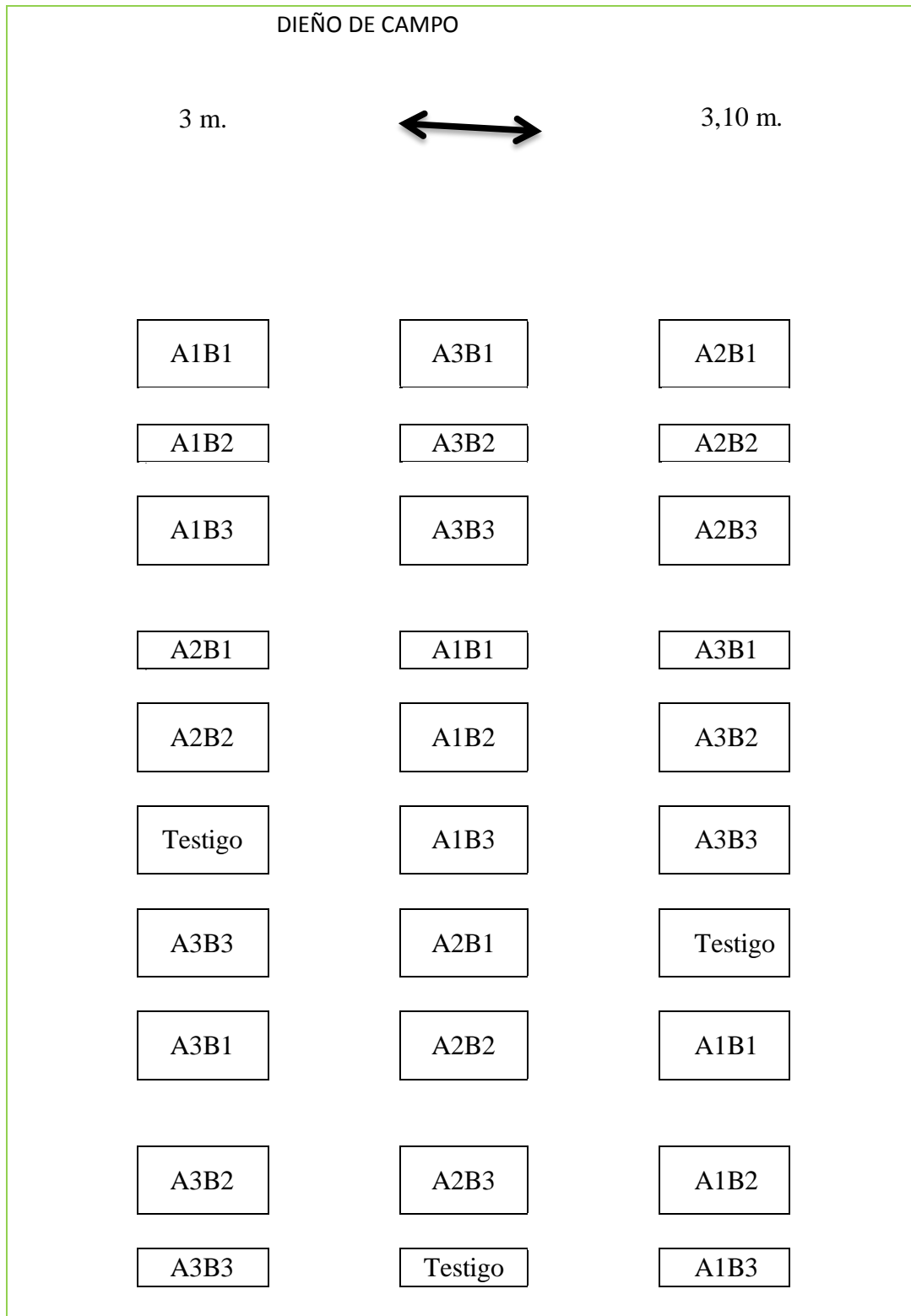
**Msc. Erika Cecilia Boria Salazar**  
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC  
CI: 0502161094



**Anexo 2. Presupuesto de investigación.**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>NUMERO DE UNIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO (\$)</b>	<b>COSTO TOTAL (\$)</b>
<b>INSUMOS</b>			
Análisis de suelos	0	0	0
Plántulas	2520	0	0
Fertilizantes Urea	16 Libras	0,30	4,80
Fertilizante Sulfato de amonio	16 Libras	0,30	4,80
Fertilizante yeso agrícola	16 Libras	0,30	4,80
Sistema de microaspersión	1	150	150
<b>Sub Total</b>			<b>164,4</b>
<b>MANO DE OBRA</b>			
<b>Preparación del terreno</b>			
Mullido del área de estudio	2 Jornal	15	30
<b>Sub Total</b>			<b>30</b>
<b>LABORES CULTURALES</b>			
Aeración del suelo	2 Jornal	15	30
Deshierbe	1 Jornal	15	15
<b>Sub Total</b>			<b>45</b>
<b>EQUIPOS Y MATERIALES</b>			
Libro de campo	1	1,50	1,50
Metro	1	1,80	1,80
Esfero	1	0,60	0,60
PH chimetro	1	45	45
Marcador permanente	1	0,80	0,80
Fundas	1	1,90	1,90
<b>Sub Total</b>			<b>51,6</b>
<b>TRANSPORTE</b>			
Vehículo	20	3	60
<b>Sub Total</b>			<b>60</b>
<b>IMPREVISTO</b>			
			50
<b>GASTO TOTAL</b>			<b>401</b>

**Anexo 3. Diseño experimental (Diseño de bloques completamente al azar).**



**Elaborado por:** Camino, J. (2021)

**Anexo 4. Datos de los indicadores evaluados.**

No. Parcela	REP	Altura de Planta									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	I	6,2	5,7	6,5	6,7	5,9	6,2	5,7	6,9	5,7	6,2
2	I	5,8	6	5,9	6,9	5,5	5,7	5,9	6	6,4	5,8
3	I	5,9	5,8	6,5	5,5	5,6	5,7	5,4	5,5	5,7	5,8
4	I	5,7	5,9	5,8	5,7	5,5	5,3	5,6	5,9	6	5,5
5	I	5,7	5,5	5,6	5,9	5,6	5,9	6	5,6	5,7	5,8
6	I	5,6	5,4	5,9	5,7	5,9	5,4	5,6	5,3	5,5	5,4
7	I	5,5	5	5,1	5,7	4,6	5,5	5,5	4,6	5	5,1
8	I	6,2	6	5,6	5,9	6	6,1	6,3	5,8	5,6	6
9	I	5,6	5,5	5,6	5,9	6	5,5	5,9	5,4	5,5	5,5
10	I	5,4	5,3	5,3	5,3	5,6	5,9	5,7	6	5,3	5,3
11	II	6,1	6	6,2	7	5,3	5,4	5,9	5,2	5,5	5,6
12	II	6,2	5	5,2	5,3	5,3	5,3	5,5	5,4	5,5	5,6
13	II	5,3	5,4	5,4	6,3	6	6,3	6	5,4	5,8	5,5
14	II	5,4	5,5	5,6	5,9	5,6	5,6	6,3	6,3	6,3	6
15	II	5,6	6,1	5,5	5,4	5,4	5,4	5,5	5,4	5,5	6
16	II	5,3	5,3	5,5	6,1	5,6	6,1	5,1	6,2	6,3	6,6
17	II	5,7	5,5	5,6	5,4	5,5	5,2	5,4	5	5,6	5,2
18	II	5,4	5,6	6,1	5,4	6,3	5,7	5	5,6	5,3	5,4
19	II	5,5	5,9	5,8	5,6	5,7	5,4	5,5	5	5,5	5,6
20	II	5	5	5	4,6	4,9	4,7	4,9	5	4,5	5
21	III	6	5	5,2	5,3	5,4	5,5	5	5,1	5,6	5,7
22	III	5	5,6	5,6	5,4	5	5,3	5	4,9	4,8	4,9
23	III	5	5,3	5,4	5,4	5,1	5,2	5,3	5,4	5,3	5,6
24	III	5,4	5,7	5,6	5,7	5,8	5,3	5,6	5,4	5,5	6
25	III	5,2	5,5	5,4	5,3	5,3	5,7	6	5,9	5,8	5,9
26	III	5,8	5,5	5,7	5,6	5,4	5,3	5,3	5,1	5	4,9
27	III	4,6	4,8	4,7	4,5	4,8	4,9	4,8	4,9	4,7	4,8
28	III	5	5,2	5,5	5,6	5,7	5,1	5	5,1	5,1	5,3
29	III	4,9	5	5	5,2	5,2	5,1	5	5,3	5,1	5
30	III	5	4,9	5	5	5,2	5	4,9	5	4,7	5

No. Parcela	REP	Número de Hojas									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	I	10	11	11	12	12	11	10	12	13	13
2	I	13	11	13	11	13	12	10	13	11	11
3	I	9	10	10	11	11	12	10	9	10	10
4	I	13	13	12	13	11	10	11	11	11	11
5	I	11	9	9	10	10	11	13	12	13	10
6	I	10	10	9	10	11	10	9	10	9	10
7	I	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8
8	I	11	10	10	13	9	12	11	9	10	10
9	I	12	9	11	9	10	13	9	9	11	12
10	I	10	12	12	13	13	12	12	11	9	10
11	II	11	12	13	12	12	12	11	10	10	11
12	II	10	10	11	13	12	11	13	12	12	13
13	II	13	13	13	12	13	13	12	12	13	13
14	II	11	11	13	13	12	12	13	12	13	13
15	II	13	12	11	10	10	10	11	12	12	13
16	II	10	11	12	9	9	11	9	11	10	11
17	II	11	10	13	13	13	12	12	13	12	11
18	II	11	13	11	12	12	12	11	11	12	10
19	II	11	11	10	9	11	9	9	10	11	11
20	II	9	10	10	9	10	10	10	10	10	9
21	III	10	10	12	12	12	12	12	13	11	10
22	III	9	10	10	10	11	12	13	13	12	13
23	III	13	12	13	13	9	11	9	11	11	12
24	III	10	11	11	12	13	13	12	13	12	12
25	III	9	10	9	11	12	9	11	10	9	9
26	III	9	11	10	11	12	13	12	13	10	11
27	III	9	9	10	10	10	10	10	9	9	10
28	III	10	11	13	9	9	11	10	10	10	9
29	III	9	10	10	10	10	11	9	9	9	9
30	III	9	9	9	10	9	9	10	10	9	9



## Anexo 5. Análisis Inicial

 <b>INIAP</b> <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	---	---

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : Miguel Rojano Dirección : Latacunga Ciudad : Teléfono : Fax :	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : UTC Provincia : Cotopaxi Cantón : Latacunga Parroquia : Salache Ubicación :
<b>DATOS DEL LOTE</b> Cultivo Actual : Zanahoria Cultivo Anterior : Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : Terraza 3	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> N° Reporte : 47.239 N° Muestra Lab. : 111376 Fecha de Muestreo : 25/06/2019 Fecha de Ingreso : 01/07/2019 Fecha de Salida : 09/07/2019

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION									
N	5.00	ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>									
P	8.90	ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>									
S	127.00	ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>									
K	3.08	meq/100 ml	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>									
Ca	18.68	meq/100 ml	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>									
Mg	2.36	meq/100 ml	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>									
Zn	0.90	ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>									
Cu	4.50	ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>									
Fe	25.00	ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>									
Mn	0.40	ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>									
B	0.80	ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>									
pH	10.40		<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> </table>									
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>									
Al		meq/100 ml	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>									
Na		meq/100 ml	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>									
CE		mmhos/cm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>									
MO	0,50	%	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>									

	BAJO	MEDIO	ALTO	TOXICO	
	5.5	6.5	7.0	7.5	
	BAJO	MEDIO	ALTO	TOXICO	
	Acido	Lig. Acid.	Práctic. Neutro	Lig. Alc.	Alcalino
	ADECUADO	LIGERAMENTE TOXICO	TOXICO		
	No Salino	Lig. Salino	Salino	Muy Salino	
	BAJO	MEDIO	ALTO		

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)			
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural
7,9	0,8	6,8	24,1			49	40	11	Franco

  
 RESPONSABLE LABORATORIO

  
 LABORATORISTA

**Anexo 6. Fotografías**

**Fotografía 1.** Preparación del área de estudio



**Fotografía 2.** Implementación del diseño experimental en campo y mullido de cada tratamiento.



**Fotografía 3.** Mejorador de pH urea



**Fotografía 4.** Mejorador de pH yeso agrícola



**Fotografía 5.** Mejorador de pH sulfato de amonio



**Fotografía 6.** Pesaje de mejoradores de pH



**Fotografía 7.** Aplicación de mejoradores de pH



**Fotografía 8.** Trasplante de plántulas de amaranto



**Fotografía 9.** Riego por goteo y microaspersión del área de estudio



**Fotografía 10.** Toma de datos número de hojas

**Fotografía 11.** Toma de datos altura de planta



**Fotografía 12.** Toma de datos del diámetro de tallo



**Fotografía 13.** Recolección de muestras por tratamiento





**Fotografía 14.** Análisis final de las muestras de cada tratamiento



