



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **DIRECCIÓN DE POSGRADO**

### **MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL CON MENCIÓN EN DESARROLLO SOSTENIBLE**

**MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA Y/ O  
DESARROLLO**

**Título:**

---

**Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de  
suelos erosionados en el Campus Salache de la Universidad Técnica de  
Cotopaxi.**

---

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en Gestión  
Ambiental con Mención en Desarrollo Sostenible.

**Autor:**

Ing. Broncano Toaquiza José Fernando

**Tutor:**

Ing. López Castillo Guadalupe de las Mercedes Mg.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**2023**

### **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación: “Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi”, presentado por Broncano Toaquiza José Fernando, para optar por el título Magíster en Gestión Ambiental con Mención en Desarrollo Sostenible.

### **CERTIFICO**

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

Latacunga, julio del 2023



---

Ing. López Castillo Guadalupe de las Mercedes Mg.

C.C. 1801902907

### APROBACIÓN DEL TRIBUNAL


El trabajo de Titulación: “Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi”, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Gestión Ambiental con Mención en Desarrollo Sostenible; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

Latacunga, julio del 2023



---

PhD. José Antonio Andrade Valencia  
C.C. 0502524481  
Presidente del tribunal



---

Mg. Jaime René Lema Pillalaza  
C.C. 1713759932  
Lector 2



---

Mg. Oscar René Daza Guerra.  
C.C. 0400689790  
Lector 3

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación se lo dedico a mi esposa Rosita Aimacaña y a mis queridos hijos José Andrés, Lenin Mauricio y Samanta Estefanía Broncano Aimacaña, quienes se han constituido en el pilar fundamental y mi fuente de inspiración para alcanzar esta meta trazada, y como profesional poder servir de mejor manera a la comunidad mediante el aporte de los conocimientos adquiridos en esta Maestría a través del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Cotopaxi, institución a la que orgullosamente perezco.

*José Fernando*

## **AGRADECIMIENTO**

Al creador del Universo, Dios por darme la vida y con su venia la oportunidad de alcanzar este objetivo, a toda mi familia, quienes incondicionalmente me han brindado su apoyo en todo momento, a la Universidad Técnica de Cotopaxi, institución a la que me ha dado la oportunidad para realizar en sus instalaciones la parte experimental como parte del presente trabajo de investigación, a mi estimada Maestra la Ing. López Castillo Guadalupe de las Mercedes Mg., docente en el pregrado y tutora en el post grado, quien con sus sabios conocimientos producto de su experiencia se ha dignado apoyarme incondicionalmente hasta concluir con este trabajo de investigación, en fin a todos los docentes quienes han impartido su cátedra en los diferentes módulos durante la colegiatura de la Maestría en Gestión Ambiental con mención en Desarrollo Sostenible.

*José Fernando*

## RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Quien suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación.

Latacunga, julio del 2023



---

José Fernando Broncano Toaquiza  
CC. 0502181696

## RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, julio del 2023



Ing. José Fernando Broncano Toaquiza

C.C. 0502181696

### **AVAL DEL PRESIDENTE**

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: “Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi”, contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los miembros del tribunal en la pre defensa.

Latacunga, julio del 2023



---

PhD. José Antonio Andrade Valencia

C.C. 0502524481



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADOS**  
**MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL CON MENCIÓN EN**  
**DESARROLLO SOSTENIBLE**

**Título:** “Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi”.

**Autor:** Broncano Toaquiza José Fernando

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

**RESUMEN**

La presente investigación tuvo el objetivo de evaluar la restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi las especies fueron aliso (*Alnus glutinosa*), malva (*Malva sylvestris*), tilo (*Sambucus nigra*), retamo-liso (*Genista monspessulana*) con la incorporación de abonos orgánicos, nutriabono, ecoabonaza, fertiplus, se aplicó un (DBCA), con 16 tratamientos y 3 repeticiones, con pruebas de Tukey al 5% para los indicadores que tuvieron significancia estadística, se evaluó a los 30, 60, 90 y 120 días respectivamente: en porcentaje de prendimiento el mejor rango fue retama + ecoabonaza y malva + fertiplus con 100%, altura de planta retama + nutriabono con 36, 51, 55, 61 cm y retama + ecoabonaza con 34, 51, 53 y 59 cm., diámetro del tallo (nutriabono) con 4,28; 5,67; 6,42 y 6,92 mm., número de ramas (ecoabonaza) con 10,17; 16,5; 20,14 y 26,5 unidades, número de hojas (retama) con 7,42; 9,42; 10,92 y 12,92 unidades, peso del suelo (tilo) con 10,84; 11,26; 11,48 y 11,63 kg. , longitud de la raíz (nutriabono) con 16,25; 29,25; 30,83 y 34,25 cm., número de raíces secundarias (tilo) con 15,13; 22,31; 23,63 y 25,63 unidades, volumen de raíz (aliso) con 2,04; 2,08; 2,75 y 5,25 ml., peso de raíz (ecoabonaza) con 6,28; 8,83; 9,5 y 10,42 gr., pH del suelo al inicio 8,32; al final 6,35 el (tilo + testigo), materia orgánica al inicio 2,21%; al final 3,21% el (aliso + testigo), macronutrientes primarios hubo incrementos (N) de 0,13 a 0,16, (P) de 76,1 a 94 ppm; (K) de 94 a 98 ppm, micronutrientes (Ca) de 2,6 a 4,4 ppm, (Mg) de 11,9 a 14,9. La especie que mejor ha respondido es la retama y ecobanaza ya que se observó la respuesta planta y suelo favorable.

**Palabras claves:** Compactación; degradación; drenaje; erosión; permeabilidad; reforestación; retención.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**GRADUATE SCHOOL**  
**MASTER'S DEGREE IN ENVIRONMENTAL MANAGEMENT WITH A**  
**MENTION IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT.**

**Title:** "Ecological restoration with native plants for the conservation of eroded soils in the Salache Campus of the Technical University of Cotopaxi".

**Author:** Broncano Toaquiiza José Fernando

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

**ABSTRACT**

The present investigation had the objective of evaluating the ecological restoration with native plants for the conservation of eroded soils in the Salache Campus of the Technical University of Cotopaxi; the species were alder (*Alnus glutinosa*), mallow (*Malva sylvestris*), linden (*Sambucus nigra*), broom-smooth (*Genista monspessulana*) with the incorporation of organic fertilizers, nutriafertilizer, ecoabonaza, fertiplus, a (DBCA) was applied, with 16 treatments and 3 repetitions, with 5% Tukey tests; for the indicators that had statistical significance, it was evaluated at 30, 60, 90 and 120 days respectively: in percentage of take, the best range was retama + ecofertilizer and mauve + fertiplus with 100%, height of the plant retama + otterfertilizer with 36, 51, 55, 61 cm and retama + ecofertilizer with 34, 51, 53 and 59 cm., diameter of the stem (nutriabono) with 4.28; 5.67; 6.42 and 6.92 mm., number of branches (ecoabonaza) with 10.17; 16.5; 20.14 and 26.5 units, number of leaves (retama) with 7.42; 9.42; 10.92 and 12.92 units, weight of the soil (linden) with 10.84; 11.26; 11.48 and 11.63 kg., root length (nutria fertilizer) at 16.25; 29.25; 30.83 and 34.25 cm., number of secondary roots (linden) with 15.13; 22.31; 23.63 and 25.63 units, root volume (alder) with 2.04; 2.08; 2.75 and 5.25 ml., root weight (ecoabonaza) with 6.28; 8.83; 9.5 and 10.42 gr., soil pH at the beginning 8.32; at the end 6.35 the (tile + control), organic matter at the beginning 2.21%; at the end 3.21% (alder + control), primary macronutrients there were increases (N) from 0.13 to 0.16, (P) from 76.1 to 94 ppm; (K) from 94 to 98 ppm, micronutrients (Ca) from 2.6 to 4.4 ppm, (Mg) from 11.9 to 14.9. retama and ecobanaza are the species that have responded best, as beneficial plant and soil responses have been seen.

**Keywords:** Compaction; degradation; sewer system; erosion; permeability; reforestation; retention.

Yo, Tania Elizabeth Alvear Jiménez con cédula de identidad número: 0503231763 MAGISTER EN LINGÜÍSTICA APLICADA A LA ENSEÑANZA DEL INGLÉS COMO LENGUA EXTRANJERA con número de registro de la SENESCYT: 1020-2021-2354185; CERTIFICO haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: "Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi". De: Broncano Toaquiiza José Fernando, aspirante a Magister en Gestión Ambiental con mención en Desarrollo Sostenible.

Latacunga, julio del 2023



Tania Elizabeth Alvear Jiménez  
CC: 0503231763

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN .....	1
Justificación .....	2
Planteamiento del problema .....	3
Objetivos de la investigación .....	5
Objetivo General .....	5
Objetivos Específicos .....	5
ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS. ....	6

### CAPÍTULO I.

#### 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 El Suelo .....	8
1.2 Restauración ecológica.....	8
1.3 Erosión .....	9
1.4 Degradación del suelo .....	9
1.4.1 Degradación física.....	9
1.4.2 Degradación química .....	10
1.4.3 Degradación biológica .....	10
1.5 Factores que causan la degradación del suelo.....	10
1.5.1 La deforestación .....	10
1.5.2 Contaminación de suelo .....	11
1.5.3 El cambio climático.....	11
1.5.4 Prácticas de manejo de suelo insostenibles .....	11
1.6 Aspectos del manejo integrado de suelos y prácticas de conservación.....	12
1.7 Especies nativas .....	13
1.7.1 Aliso ( <i>Alnus glutinosa</i> ) .....	14
1.7.2 El tilo ( <i>Sambucus nigra</i> ) .....	15
1.7.3 Malva morada ( <i>Malva sylvestris</i> ).....	16
1.7.4 Retamo liso ( <i>Genista monspessulana</i> ) .....	17
1.8 Abonos orgánicos .....	18

1.8.1	Importancia de los abonos orgánicos .....	18
1.8.2	Beneficios del uso de abonos orgánicos.....	18
1.8.3	Nutriabono .....	19
1.8.4	Ecoabonaza .....	20
1.8.5	Fertiplus .....	21
1.8.5.1	Beneficio del producto: .....	22

## CAPÍTULO II

### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.1	Descriptiva .....	26
2.1.2	Experimental .....	26
2.2	Modalidad de la investigación .....	26
2.2.1	De Campo. ....	26
2.2.2	Bibliográfica documental. ....	27
2.3	Materiales.....	27
2.3.1	Material experimental .....	27
2.3.2	Material de campo.....	27
2.4	Características del sitio de investigación .....	28
2.5	Mapa sobre el sitio de investigación .....	29
2.6	Operación de variables.....	29
2.7	Variables en estudio.....	30
2.7.1	Porcentaje de prendimiento de las unidades experimentales (%).....	30
2.7.2	Altura de planta (cm).....	30
2.7.3	Diámetro de tallo (mm).....	30
2.7.4	Número de ramas (#).....	31
2.7.5	Número de hojas (#).....	31
2.7.6	Peso de suelo (kg) .....	31
2.7.7	Longitud de raíz principal (cm).....	31
2.7.8	Número de raíces secundarias (#) .....	31
2.7.9	Peso de la raíz (gr).....	31
2.7.10	Volumen de raíz (ml).....	32

2.8 Factores en estudio .....	32
2.8.1 Factor A: Especies Forestales .....	32
2.9 Tratamientos del ensayo experimental.....	32
2.10 Diseño experimental .....	33
2.11 Análisis estadístico funcional .....	33
2.12.1 Identificación del área de estudio.....	33
2.12.2 Análisis de suelo del área de estudio.....	34
2.12.3 Trazado del diseño experimental en campo .....	34
2.12.4 Construcción de hoyos .....	34
2.12.5 Adquisición de las especies forestales nativas y abonos orgánicos .....	35
2.12.6 Rotulación de las unidades experimentales.....	35
2.12.7 Trasplante de las especies forestales nativas .....	35
2.12.8 Toma de datos.....	35
2.12.9 Riego de las unidades experimentales .....	36
2.12.10 Toma de muestras finales de suelo .....	36

### **CAPÍTULO III**

#### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

3.1 Variables del porcentaje de prendimiento de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 1.....	37
3.2 Variable de altura de planta de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 1. ....	40
3.3 Variable del diámetro del tallo de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 2. ....	44

3.4 Variable de número de ramas de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 2.....	46
3.5 Variable de número de hojas de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 1.....	48
3.6 Variable del peso del suelo de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 1.....	51
3.7 Variable de la longitud de la raíz de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 2.....	53
3.8 Variable del número de raíz secundarias de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 1.....	56
3.9 Variable del volumen de raíz de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 1.....	58
3.10 Variable del peso de la raíz de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 1.....	60
3.11 Interpretación de las propiedades químicas análisis inicial y análisis final del suelo de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 3. ....	63

3.12 Interpretación del resultado inicial y final del pH del suelo de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 3. ....	64
3.13 Interpretación del resultado de la materia orgánica de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 3.....	65
3.14 Interpretación del resultado inicial y final de los macronutrientes primarios de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 3.....	67
3.15 Análisis de los micronutrientes de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 3.....	69
3.16 Clase textural de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 3.....	71
3.17 Densidad real, aparente y la porosidad de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 3.....	72
Conclusiones .....	74
Recomendaciones.....	75
Referencias bibliográficas.....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Actividades de los objetivos planteados. ....	6
<b>Tabla 2.</b> Valores nutricionales nutriabono .....	20
<b>Tabla 3.</b> Valores nutricionales Ecoabonaza .....	21
<b>Tabla 4.</b> Valores nutricionales Fertiplus .....	22
<b>Tabla 5.</b> Características del sitio de proyecto de investigación. ....	28
<b>Tabla 6.</b> Operación de variables .....	29
<b>Tabla 7.</b> Tratamientos .....	32
<b>Tabla 8.</b> Esquema del ADEVA .....	33
<b>Tabla 9.</b> Porcentaje de prendimiento. ....	37
<b>Tabla 10.</b> Prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de prendimiento. ....	38
<b>Tabla 11.</b> Altura de planta.....	40
<b>Tabla 12.</b> Prueba de Tukey al 5% para el tratamiento de la altura de la planta. ....	40
<b>Tabla 13.</b> Prueba de Tukey al 5% para el Factor B para la altura de la planta. ....	43
<b>Tabla 14.</b> Diámetro del tallo .....	44
<b>Tabla 15.</b> Prueba de Tukey al 5% del Factor B para el diámetro del tallo. ....	44
<b>Tabla 16.</b> Número de ramas.....	46
<b>Tabla 17.</b> Prueba de Tukey al 5% para el factor B número de ramas.....	47
<b>Tabla 18.</b> Número de hojas.....	48
<b>Tabla 19.</b> Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas.....	49
<b>Tabla 20.</b> Peso del suelo .....	51
<b>Tabla 21.</b> Prueba de Tukey al 5% para el peso del suelo.....	51
<b>Tabla 22.</b> Longitud de la raíz.....	53
<b>Tabla 23.</b> Prueba de Tukey al 5% para la longitud de la raíz .....	54
<b>Tabla 24.</b> Número de raíces secundarias .....	56
<b>Tabla 25.</b> Prueba de Tukey al 5% para el número de raíces secundarias .....	56
<b>Tabla 26.</b> Volumen de la raíz .....	58
<b>Tabla 27.</b> Prueba de Tukey al 5% para el volumen de la raíz.....	59
<b>Tabla 28.</b> Peso de la raíz.....	60
<b>Tabla 29.</b> Prueba de Tukey al 5% para el peso de la raíz .....	61



<b>Tabla 30.</b> Interpretación de las propiedades químicas análisis inicial y análisis final. ....	63
<b>Tabla 31.</b> Clase textural .....	71
<b>Tabla 32.</b> Densidad real, aparente y la porosidad.....	72

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Variable del porcentaje de prendimiento.....	39
<b>Gráfico 2.</b> Variable de altura de planta.....	42
<b>Gráfico 3.</b> Variable de altura de la planta del Factor B. ....	43
<b>Gráfico 4.</b> Variable del diámetro del tallo. ....	46
<b>Gráfico 5.</b> Variable del número de ramas.....	48
<b>Gráfico 6.</b> Variable del número de hojas.....	50
<b>Gráfico 7.</b> Variable del peso del suelo.....	53
<b>Gráfico 8.</b> Variable de la longitud de la raíz.....	55
<b>Gráfico 9.</b> Variable del número de raíces secundarias .....	58
<b>Gráfico 10.</b> Variable del volumen de la raíz.....	60
<b>Gráfico 11.</b> Variable del peso de las raíces.....	62
<b>Gráfico 12.</b> Interpretación del resultado inicial y final del PH del suelo .....	64
<b>Gráfico 13.</b> Interpretación del resultado inicial y final de la materia orgánica ....	65

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Inversión del proyecto .....	81
<b>Anexo 2.</b> Croquis del diseño de la investigación .....	82
<b>Anexo 3.</b> Libro de campo para plantas vivas .....	82
<b>Anexo 4.</b> Prendimiento de plantas nativas con su respectivo abono .....	83
<b>Anexo 5.</b> Altura de planta .....	84
<b>Anexo 6.</b> Diámetro de tallo .....	86
<b>Anexo 7.</b> Número de ramas .....	87
<b>Anexo 8.</b> Número de hojas.....	88
<b>Anexo 9.</b> Peso de suelo .....	89
<b>Anexo 10.</b> Longitud de raíz principal .....	91
<b>Anexo 11.</b> Número de raíces secundarias .....	92
<b>Anexo 12.</b> Volumen de raíz.....	93
<b>Anexo 13.</b> Peso de la raíz.....	94

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1.</b> Determinación del área de estudio ubicado en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi. ....	96
<b>Fotografía 2.</b> Construcción de hoyos mediante el uso de una máquina hoyadora. ....	96
<b>Fotografía 3.</b> Elaboración del diseño experimental. ....	97
<b>Fotografía 4.</b> Capacitación en plantación forestal a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi. ....	97
<b>Fotografía 5.</b> Preparación del suelo para el trasplante de especies forestales nativas. ....	98
<b>Fotografía 6.</b> Colocación de abono en el hoyo y trasplante de especies forestales nativas con el apoyo de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi. ....	98
<b>Fotografía 7.</b> Riego mediante la colocación de galones reciclados con agua junto a la planta. ....	99
<b>Fotografía 8.</b> Rotulación del diseño experimental. ....	99
<b>Fotografía 9.</b> Replanteo del diseño experimental en campo. ....	100
<b>Fotografía 10.</b> Toma de datos de la parcela neta altura de planta ....	100
<b>Fotografía 11.</b> Peso de suelo ....	101
<b>Fotografía 12.</b> Número de raíces secundarias ....	101
<b>Fotografía 13.</b> Volumen de raíz. ....	102
<b>Fotografía 14.</b> Toma de muestras de suelo ex – post ....	102
<b>Fotografía 15.</b> Recolección de toma de muestras de suelo ex – post. ....	103
<b>Fotografía 16.</b> Análisis de suelo inicial ....	103
<b>Fotografía 17.</b> Análisis de suelo final de los tratamientos. ....	104

## INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:**

“Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi”.

**Fecha de Inicio:** 05/05/2022

**Fecha de Finalización:** 10/07/2023

**Lugar de ejecución:** Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi

**Equipo de Trabajo:**

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

**Maestrante:** José Fernando Broncano Toaquiza.

**Lector 1:** Ph.D. José Antonio Andrade Valencia.

**Lector 2:** Mg. Jaime René Lema Pillalaza

**Lector 3:** Mg. Oscar René Daza Guerra.

**Línea de investigación:** Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local

**Sublínea de investigación:** Manejo y conservación del recurso suelo

## INTRODUCCIÓN

Con frecuencia, el resultado de la deforestación es la erosión del suelo. Cuando no hay árboles cubriendo el suelo, la lluvia golpea directamente el suelo en lugar de gotear gradualmente desde las ramas y caer suavemente sobre el piso forestal. Esto significa que cuando llueve, más agua golpea más fuertemente el suelo, arrastrándolo. Sobre el suelo de la mayoría de los bosques, hay una capa de material orgánico, como hojas en descomposición y madera, que absorbe el agua. La lluvia puede ser absorbida por esta capa en lugar de escurrirse sobre el suelo (Educación ambiental, 2023).

Una extensa erosión puede provocar deslizamientos de terrenos. Muchos de estos empiezan en laderas desnudas o en la parte inferior de caminos madereros inclinados. El agua de lluvia se acumula en estas áreas y este flujo concentrado empieza a arrastrar el suelo. Al mismo tiempo, ya se han eliminado los árboles de estas áreas, lo que significa que el suelo de por sí ya es inestable. Las raíces de los árboles son responsables de mantener el suelo en su lugar, funcionando como un marco que evita que sea erosionado. Cuando se cortan los árboles, es común que las raíces permanezcan en el suelo, pero ellas eventualmente se pudrirán. Esto determina un gran aumento en la cantidad de deslizamientos que ocurren 10 a 20 años luego de haberse cortado los árboles en una zona (Educación ambiental, 2023).

La Provincia de Cotopaxi presenta varios tipos de erosión, la erosión hídrica, erosión de labranza, erosión eólica y movimientos en masa. La degradación del suelo implica el deterioro de las características físicas, químicas y biológicas y está relacionada con el uso del suelo. Aunque existen varios factores que controlan la erosión y la degradación del suelo como son: el clima, la geomorfología, la topografía, el material parental, el tipo de suelo, el tipo de vegetación y la forma de su uso. No obstante, que la erosión y degradación del suelo son fenómenos visibles, presentes y crecientes en todo el territorio provincial, se distinguen dos zonas visiblemente más afectadas: la primera se encuentra en el valle interandino y la otra en los alrededores de la laguna del Quilotoa; dentro de las cuales a su vez se distinguen dos áreas, la primera que presenta un proceso más severo de erosión que

incluso muestra señales de entrar en un proceso de desertización que suma 45.245 ha, lo cual representa el 7,4% de la superficie total provincial y la segunda sumando 48.587 ha erosionadas que representa el 7,9%; ambas unidades sumarían casi el 15% de la provincia (Tapia, 2014).

La deforestación, la degradación de bosques y páramos reducen notablemente la capacidad que poseen los suelos para tener los nutrientes, además de producir su erosión, fomentan inundaciones y procesos de sequías por la desestabilización de las capas freáticas del suelo (Escobar & Rea, 2022).

### **Justificación**

La degradación del suelo reduce la capacidad para producir de forma cualitativa y cuantitativa los bienes y servicios que la tierra proporciona al ser humano, siendo esta un proceso de afectación global que ocasiona graves consecuencias como la pérdida de áreas productivas, incremento en costos de producción y por ende deterioro ambiental; siendo el ser humano el principal causante de este problema, el responsable de la pérdida de la cobertura vegetal, por malas prácticas agrícolas, uso inadecuado del agua de riego, abandono de las prácticas de conservación del suelo y empleo de tecnologías contaminantes, que afecta negativamente el progreso de la población, teniendo como consecuencia el bajo rendimiento de la producción que va disminuyendo a medida que avanza la degradación, convirtiéndose en área de pastoreo; que posteriormente se cubre de maleza y finalmente se convierte en zonas áridas. Por estas razones para mitigar la erosión del suelo del área de estudio en el campus de la Universidad Técnica de Cotopaxi se estableció la restauración ecológica con el trasplante de cuatro especies forestales nativas aliso (*Alnus glutinosa*), tilo (*Sambucus nigra*), malva morada (*Malva Sylvestris*), retamo liso (*Genista monspessulana*), mediante el sistema de bosquete y la utilización de tres tipos de abonos orgánicos nutriabono, ecoabonaza y fertiplus con esta práctica de conservación se ha conseguido detener el arrastre de la capa arable ocasionado por la acción de la lluvia y el viento, ya que estos suelos presentan una topografía irregular con pendientes pronunciadas, a la vez con el aporte de la materia orgánica y la descomposición de la biomasa de las plantas

se ha mejorado la fertilidad del suelo tal como lo determina los resultado de los análisis finales del suelo.

### **Planteamiento del problema**

La erosión del suelo es una forma severa de degradación física, se estima que cerca de 80% de la tierra agrícola en el mundo sufre erosión moderada a severa y 10 % erosión ligera a moderada. El 40% del territorio colombiano presenta erosión de muy ligera a muy severa y la zona andina es la más afectada con 88% del área afectada por erosión hídrica (Díaz Mendoza, 2011).

La degradación y desertificación de grandes extensiones de tierra son un problema que afecta directamente a 250 millones de personas en el mundo y 169 países ya sufren sus efectos. El Ecuador sigue siendo afectado por numerosos procesos erosivos, de tal manera que se puede considerar que la erosión constituye uno de los principales aspectos de degradación de los recursos naturales, especialmente del suelo, alrededor del 49% de las tierras está degradado y un 22% se encuentra en proceso de desertificación siendo el factor erosivo más agresivo el agua de las precipitaciones porque actúa en el país con fuertes intensidades e importantes alturas pluviométricas según las regiones, durante casi nueve meses y los tres meses restantes del año, junio - julio - agosto, es el viento el que origina una erosión notable (redacción-El Comercio, 2018).

La degradación del suelo es consecuencia directa de la utilización del hombre, como resultado de las actividades: agrícolas, forestales, ganaderas, uso de agroquímicos y riego o por acciones indirectas, como son las actividades industriales, eliminación de residuos, transporte. Actualmente existe una fuerte tendencia que clama por una utilización racional del suelo. Sus principios se agrupan en lo que se conoce como “Conservación de Suelos”. Las teorías conservacionistas persiguen obtener máximos rendimientos, pero con mínima degradación (Illanes, 2010).

Según (Illanes, 2010) el cuidado del suelo es esencial para la supervivencia de la raza humana y la producción de la mayor parte de los alimentos necesarios, fibras



y madera, sin embargo, en muchas partes del mundo, el suelo ha quedado tan dañado por un manejo abusivo y erróneo que nunca más podrá producir bienes.

El suelo es un medio multifuncional, no sólo constituye la base del 90% de los alimentos humanos, forraje, fibra y combustible, sino que ofrece también servicios que van más allá de las funciones productivas (Montico, 2010).

La degradación del suelo tiene importantes consecuencias, como la pérdida de elementos nutrimentales (N, P, S, K, Ca, Mg, etc.) al ser eliminados por las aguas que se infiltran en el suelo o bien por erosión a través de las aguas de escorrentía, o de una forma indirecta, por erosión de los materiales que los contienen o que podrían fijarlos. Deterioro de la estructura, la compactación del suelo produce una disminución de la porosidad, que origina una reducción del drenaje y una pérdida de la estabilidad (Lorenzo, 2015).

La parte alta del campus CEASA presenta suelos con fuertes pendientes que camina a pasos agigantados a su degradación, entonces es urgente tomar conciencia sobre la conservación de los suelos mediante la restauración ecológica con plantas nativas y diferentes tipos de abonos para que en el futuro estos suelos sean utilizados en actividades investigativas de carácter agrícola y ambiental, como también contribuir a la disminución de la contaminación del aire y la mitigación del cambio climático (Lorenzo, 2015).

### **Hipótesis o preguntas de investigación**

¿La plantación de cuatro especies forestales nativas; aliso (*Alnus glutinosa*), tilo (*Sambucus nigra*), malva morada (*Malva sylvestris*) y retamo liso (*Genista monspessulana*) y la aplicación de tres abonos orgánicos nutriabono, ecoabonaza, y fertiplus contribuirán a la restauración ecológica para la conservación de suelos erosionados?

## **Objetivos de la investigación**

### **Objetivo General**

Restaurar ecológicamente con plantas nativas y abonaduras, para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

### **Objetivos Específicos**

- ✓ Evaluar que especie vegetal contribuye de mejor manera a la restauración ecológica en suelos erosionados.
- ✓ Determinar el aporte ecológico de la abonadura para la conservación de suelos.
- ✓ Analizar las características físicas y químicas del suelo de los tratamientos en estudio

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

**Tabla 1.** Actividades de los objetivos planteados.

OBJETIVO	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar que especie vegetal contribuye de mejor manera a la restauración ecológica en suelos erosionados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delimitación e Identificación del área de estudio.</li> <li>• Trazado y distribución aleatoria de los tratamientos.</li> <li>• Construcción de hoyos.</li> <li>• Trasplante de las especies forestales nativas (aliso (<i>Alnus glutinosa</i>), malva (<i>Malva sylvestris</i>), tilo (<i>Sambucus nigra</i>), retamo liso (<i>Genista monspessulana</i>))</li> <li>• Rotulación de las unidades experimentales</li> <li>• Interpretación de variables en estudio: Porcentaje de prendimiento de las unidades experimentales, altura de planta, diámetro de tallo, número de ramas, número de hojas, peso de suelo, longitud de raíz principal, número de raíces secundarias, peso de la raíz, volumen de raíz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocimiento de cada especie forestal colocada en los tratamientos.</li> <li>• Implementación de las especies forestales en las parcelas de estudio</li> <li>• Análisis de % de prendimiento de las especies forestales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotografías</li> <li>• Tablas de Excel.</li> <li>• Libreta de campo.</li> <li>• Croquis del diseño de la investigación.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar el aporte ecológico de la abonadura para la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aplicación de abonos orgánicos a las especies forestal (ecoabonaza, nutriabono, fertiplus)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocimiento de cada tipo de abono orgánico colocada en los tratamientos.</li> <li>• Determinación del aporte nutricional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Libreta de campo</li> <li>• Fotografías</li> <li>• Tablas de Excel e Infostat</li> </ul>

conservación de suelos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de suelo inicial y final pH, materia orgánica, conductividad eléctrica, N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn.</li> </ul>	<p>de cada uno de los abonos orgánicos aplicados a los tratamientos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de % de aportación de los nutrientes al suelo del área de estudio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de laboratorio</li> <li>• Resultados químicos inicial y final.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar las características físicas y químicas del suelo de los tratamientos en estudio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma de datos de las muestras</li> <li>• Descripción del análisis inicial y final de suelos: pH, materia orgánica, conductividad eléctrica, N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn, textura, densidad aparente, real, y porosidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis y comparación de los resultados inicial y final</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Libreta de campo</li> <li>• Fotografías</li> <li>• Tablas de Excel e Infostat</li> <li>• Análisis de laboratorio</li> <li>• Resultados químicos y físicos inicial y final.</li> </ul>

**Elaborado por:** (Broncano, 2023)

## **CAPÍTULO I.**

### **1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **1.1 El Suelo**

El suelo es un recurso natural finito y no renovable que presta diversos servicios ecosistémicos o ambientales, entre ellos y a manera de ejemplo, el relacionado con su participación en los ciclos biogeoquímicos de elementos clave para la vida como Carbono, Nitrógeno, Fósforo, etc., que continuamente y por efecto de la energía disponible, pasan de los sistemas vivos a los componentes no vivos del planeta. No obstante, lo más conocido, es que el suelo es el asiento natural para la producción (Burbano-Orjuela, 2016).

Según (Vargas et al., 2014) el suelo es un medio que ofrece los nutrientes que necesitan las plantas, en forma de materia orgánica y minerales y el sustrato que les sirve de soporte y en el que desarrollan sus raíces para crecer.

#### **1.2 Restauración ecológica**

Es una actividad deliberada que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad. Incluye el restablecimiento de la integridad biótica preexistente en términos de composición de especies y estructura de la comunidad para que continúe con su trayectoria histórica (Aguirre et al ., 2013)

Es un área de tamaño variable, con estrecha relación o asociación de sus componentes físicos (abióticos) y biológicos (bióticos), organizado de manera tal

que al cambiar un componente, o subsistema, se comprometen los otros y en consecuencia el funcionamiento de todo el ecosistema (Vargas, 2011).

### **1.3 Erosión**

La erosión del suelo afecta su productividad mediante la alteración de ciertas propiedades, así como de las complejas interacciones entre procesos físicos, químicos y biológicos que se producen dentro del pedón; frente a este daño, el primer horizonte del perfil toma gran importancia por las características que este presenta, no obstante, la naturaleza del subsuelo juega un rol primordial para entender la magnitud del impacto del fenómeno erosivo (Brunel & Seguel, 2011).

### **1.4 Degradación del suelo**

Menciona (Cueto et al., 2009) la degradación es definida como la pérdida a largo plazo en la función y productividad de los ecosistemas, causada por alteraciones, a partir de las cuales el suelo no puede recuperarse sin ayuda.

La degradación del suelo afecta sustancialmente su capacidad para continuar produciendo de manera sustentable, ya que crea condiciones de estrés que impiden un desarrollo saludable de las plantas. La degradación del suelo se refiere a los procesos desencadenados por las actividades humanas que reducen su capacidad actual o futura para funcionar y sostener ecosistemas naturales o manejados, para mantener o mejorar la calidad del aire y agua y para preservar la salud humana (Muñoz Iniestra et al., 2013).

#### **1.4.1 Degradación física**

La degradación física del suelo puede ser definida como la pérdida de la calidad de la estructura del suelo. Los agregados del suelo son deformados por fuerzas aplicadas. Dichas fuerzas pueden ser externas como el impacto de la lluvia, o internas como la expulsión del aire atrapado cuando los agregados están inundados. En una etapa posterior, el suelo será compactado como resultado de una combinación de fuerzas de presión y deslizamiento. Éstas son ocasionadas por una

amplia gama de fuentes: tráfico de maquinaria pesada, bordes de discos, arados, cuchillas rotatorias y paso de ganado (Meza et al., 2012).

#### **1.4.2 Degradación química**

Según (Bonilla, 2019) la degradación química hace referencia a las pérdidas de los nutrientes del suelo, los cambios del pH y la contaminación química del suelo; en este tipo de degradación los más comunes son la salinización, sodificación y acidificación.

#### **1.4.3 Degradación biológica**

Según (Rodríguez et al., 2021) el decrecimiento de los valores de materia orgánica en el suelo genera disminución del Carbono, reducción de la actividad de los microorganismos y pérdida de biodiversidad edáfica, lo que contribuye al incremento de la degradación biológica.

### **1.5 Factores que causan la degradación del suelo**

#### **1.5.1 La deforestación**

Según (García Marín, 2016) la deforestación está dentro de los diez grandes problemas del ambiente que tiene el planeta en este momento; según el IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático), podríamos pensar que es una dificultad que también tenemos los humanos, porque la deforestación se relaciona con otras problemáticas tales como la extinción de especies, inundaciones, erosión y contaminación de la atmósfera.

La deforestación tiene muchos efectos negativos para el medio ambiente. El impacto más dramático es la pérdida del hábitat de millones de especies. 70% de los animales y plantas habitan los bosques de la tierra y muchos no pueden sobrevivir la deforestación que destruye su medio (Salgado, 2014)

La solución más rápida a la deforestación es, sencillamente, interrumpir la tala de árboles. La solución más viable sería gestionar los recursos vegetales cuidadosamente mediante la eliminación de los despejes agrícolas para asegurar

que los entornos forestales permanezcan intactos. La tala que se realice debe hacerse de forma balanceada mediante la plantación de suficientes árboles jóvenes que sustituyan a los más viejos en todos los bosques y selvas. El número de nuevas plantaciones de árboles aumenta cada año, pero el total todavía equivale a una ínfima parte del área forestal del planeta (Salgado, 2014).

### **1.5.2 Contaminación de suelo**

Según (Jiménez Ballesta, 2017) la contaminación del suelo se refiere a la acumulación en el mismo de compuestos tóxicos (persistentes o no), productos químicos, sales, materiales radioactivos, o agentes causantes de enfermedades, que tienen efectos adversos sobre el hombre, el crecimiento de las plantas, la salud de los animales, o que influye negativamente en el medio ambiente.

La contaminación del suelo ocurre cuando la concentración de un químico o sustancia es más alta de la que ocurriría naturalmente sin que necesariamente se cause un daño (Eugenio et al., 2019).

### **1.5.3 El cambio climático**

Un potencial efecto adverso del cambio climático que afectaría particularmente al pequeño productor lo constituye la pérdida de materia orgánica del suelo. Las altas temperaturas aceleran la descomposición de la materia orgánica y aumentan el ritmo de desarrollo de otros procesos que tienen lugar en el suelo y que pueden afectar su fertilidad. Los ritmos de crecimiento de las raíces y de la descomposición de la materia orgánica disminuyen considerablemente en los suelos secos, lo que reduce la cobertura del suelo y hace a este último más vulnerable a la erosión eólica. Por su parte, el aumento de las precipitaciones también puede causar una erosión importante del suelo en las laderas montañosas (Ortiz, 2012).

### **1.5.4 Prácticas de manejo de suelo insostenibles**

Las prácticas insostenibles han deteriorado la salud del suelo ya que en este reside las actividades agrícolas. El uso de tractores y maquinaria pesada genera la compactación del suelo reduciendo paulatinamente el rendimiento de los cultivos.



Asimismo, la quema es una actividad agrícola que tiene como fin facilitar el proceso en la fábrica pero que al mismo tiempo elimina las malezas y reduce los costos de cosecha. Los agroquímicos son un recurso comúnmente usado para evitar la propagación de malezas y enfermedades que pueda afectar la producción de alimentos, pero que forman parte del factor determinante para la degradación del suelo debido a que son muy estables en el ambiente y tardan hasta 25 años en degradarse (Galloza Romero & Ponce Gamboa, 2021).

### **1.6 Aspectos del manejo integrado de suelos y prácticas de conservación**

Según (Anatur, 2010) el manejo integrado de los suelos incluye una serie de prácticas culturales, agronómicas y mecánicas que buscan crear una relación suelo-agua-planta equilibrada y propiciar un ambiente ideal para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Antes de seleccionar el tipo de práctica a realizar, se debe tener presente una serie de criterios relacionados con el suelo y la planta, entre los cuales se mencionan:

- ✓ Características físicas de los suelos: textura, profundidad efectiva, estructura, densidad aparente, consistencia, humedad, grado de compactación.
- ✓ Características químicas de los suelos como: acidez, aluminio intercambiable, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, sodio intercambiable, bases totales, elementos menores, entre otras.
- ✓ Tipo de cultivo, entre las que se encuentran: variedades a sembrar, requerimientos nutricionales, profundidad radicular, producción, necesidades de agua, entre otras.

En general el manejo integrado de suelos, a través de la realización de varias prácticas debe buscar:

- ✓ Mejorar las condiciones físicas del suelo, de tal forma que garanticen un ambiente ideal para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

- ✓ Eliminar la presencia de capas endurecidas dentro de los primeros 100 cm. de suelo, que limitan la profundidad efectiva y el crecimiento radicular de las plantas.
- ✓ Mantener los niveles freáticos por debajo de los 100 cm. de profundidad.
- ✓ Eliminar o disminuir la compactación de los suelos, especialmente dentro de los primeros 50 cm. superficiales, garantizando una libre penetración y crecimiento de las raíces.
- ✓ Incrementar la porosidad del suelo, la infiltración y la retención de humedad.
- ✓ Mejorar la estabilidad estructural de los agregados del suelo.
- ✓ Garantizar un adecuado y oportuno suministro de fertilizantes a la planta y al suelo, teniendo en cuenta las diferentes fases de crecimiento y desarrollo del cultivo.
- ✓ Preparar el suelo teniendo en cuenta el equipo o maquinaria que más se ajusten a las condiciones de los suelos (Anatur, 2010).
- ✓ Propiciar un ambiente ideal para el crecimiento y desarrollo de los microorganismos del suelo, ya que estos juegan un papel importante en la transformación de la materia orgánica, así como en la productividad sostenible del suelo.
- ✓ Garantizar un adecuado flujo de aguas freáticas y superficiales que puedan causar daño al cultivo o impidan el crecimiento normal de las raíces.
- ✓ Reducir el escurrimiento superficial y controlar la erosión de suelos.
- ✓ Reducir los costos de producción.
- ✓ Incrementar la fertilidad y productividad de los suelos.
- ✓ Aumentar el contenido de materia orgánica.
- ✓ Reducir la contaminación ambiental y del suelo (Anatur, 2010).

### **1.7 Especies nativas**

Según (Castillo et al., 2007) son especies que crecen de forma natural y en una zona particular, con el paso del tiempo estas plantas han evolucionado y adaptado a diferentes tierras y climas, la pérdida de la cubierta vegetal contribuye al deterioro de los ecosistemas. La reducción de la cubierta vegetal aumenta los

escurrimientos del agua de lluvia y por lo tanto la erosión del suelo. Este deterioro causa una reducción en los servicios y productos de los ecosistemas. Si bien existe tecnología para recuperar la vegetación, generalmente es con especies introducidas que a largo plazo pueden causar problemas más complejos. Actualmente urgen paquetes tecnológicos que incluyan mayores opciones de especies nativas que puedan usarse como forrajeras, fitorremediadoras, estabilizadoras de suelo o materia prima en industrias específicas entre otros.

### **1.7.1 Aliso (*Alnus glutinosa*)**

Según (Vallejos, 2010) (*Alnus glutinosa*), conocido como aliso, es una especie forestal de crecimiento rápido de la familia Betulaceae, puede alcanzar 22 metros de altura y más de 60 cm de diámetro.

La especie presenta características de árbol edafohigrófilo, pues habita en riberas de ríos, arroyos y lugares muy frescos cercanos a los cauces permanentes de agua, formando bosques de galería. Crece en un clima preferentemente eurosiberiano, también en zonas de clima mediterráneo y continental. Soporta muy bien el frío y no es sensible a las heladas fuera de período vegetativo, es una especie resistente a las heladas primaverales, teniendo como requisito mínimo 130 días sin heladas para tener éxito en el crecimiento y la reproducción. En su hábitat óptimo se desarrolla con temperaturas de 9 a 14° C (aunque puede soportar temperaturas mínimas de hasta -40° C) y precipitaciones anuales superiores a 550 mm., no es sensible al derribo por el viento (Vallejos, 2010).

Prefiere los suelos húmedos (independiente de la naturaleza del sustrato) pero puede adaptarse a suelos con mejor drenaje. Este tipo de suelos tienen pH de 5,5 a 7,0 logrando sus mejores crecimientos en condición de suelos fértiles y de naturaleza silíceo, favorece a la recuperación de terrenos pobres ya que sus raíces fijan nitrógeno del aire mediante la simbiosis con el actinomiceto. Posee un sistema radical superficial, fuerte y muy ramificado adaptado a crecer en condiciones de inundación temporal sobre cinco semanas. Por esta razón se ha plantado esta especie ya que su utilización resulta interesante en la recuperación de los suelos

desnudos o degradados como también para el aprovechamiento forestal. (Vallejos, 2010).

Según (Portilla Tapia, 2012) el aliso no es exigente en cuanto al suelo, crece en suelos muy pobres, que los mejora puesto que fija nitrógeno. Es planta pionera en zonas devastadas por quemas y erosión, por su capacidad de producir bastante material orgánico rico en Nitrógeno, se puede considerar el aliso, como una de las especies más importantes para la recuperación de los suelos.

La especie del aliso no es exigente en cuanto a calidad de suelo, siempre cuando haya una correcta humedad, el árbol crece en un amplio rango de texturas: desde la arcilla hasta la arenosa, e inclusive en suelos pedregosos y superficiales (Portilla Tapia, 2012).

### **1.7.2 El tilo (*Sambucus nigra*)**

(Atehortúa et al., 2015) El tilo (*Sambucus nigra*) es un arbusto con características botánicas, composición química y sustancias activas, que ofrece las condiciones para ser aprovechado con fines medicinales, alimenticios, ornamentales, artesanales y para suplementación animal. Sobre la especie existen publicaciones en diversos temas en particular, sin embargo, no se cuenta con un documento que contenga información total sobre la especie.

Las hojas son compuestas y opuestas y miden de 20 cm a 30 cm de longitud. Son muy flexibles y con 5 a 11 hojuelas de 5 cm a 8 cm de longitud por 1,5 cm a 2 cm de ancho. Tienen un borde regularmente aserrado, con unas protuberancias diminutas. Las flores son racimos terminales de 15 cm o más de longitud; cada flor, hermafrodita, tiene 5 pétalos, 5 estambres y un pistilo (Grajales Atehortúa et al., 2015).

De acuerdo a la clasificación taxonómica, (*Sambucus nigra*), pertenece a la familia Caprifoliaceae, la cual comprende arbustos, árboles o lianas y algunas hierbas, generalmente con partes vegetativas pubescentes (Grajales Atehortúa et al., 2015).

El tilo, se adapta muy bien en zonas de bosques húmedos, resiste las heladas fuertes, rango de precipitación medio de 2.000 a 4.000 mm. año. Es una especie heliófila, es decir que requiere de plena exposición al sol para crecer adecuadamente, tolera acidez leve, no soporta suelos mal drenados pero si cercanos a fuentes hídricas por su rusticidad permite adaptarse a los suelos calcáreos, pedregosos, en taludes, ruinas, escombreras e incluso a las grietas de los muros (Giraldo, 2011).

Según (Grajales Atehortúa et al., 2015) el uso de la especie (*Sambucus nigra*), acelera los procesos de descomposición y fija el Nitrógeno en los suelos, sus raíces segregan auxinas, que contribuyen a la fertilidad del suelo, mejorando el desarrollo de la vida vegetal. Siendo estas las razones por la cual se ha utilizado esta especie debido a que los suelos del área en estudio tienen características degradadas.

### **1.7.3 Malva morada (*Malva sylvestris*)**

(*Malva sylvestris*) denominada también como malva común pertenece a la familia de las Malváceas, hierba bienal, leñosa, logra alcanzar más de un metro de altura, con raíz fusiforme, tallos ramificados y vellosos, hojas palmeadas, alternas y pecioladas (Gracia Nazareno & Briones Zamora, 2019).

Según (Gracia Nazareno & Briones Zamora, 2019) la malva es una planta herbácea con reconocidas propiedades curativas; sus hojas y flores principalmente contienen principios activos (mucílagos, taninos y flavonoides) y otras sustancias biológicas activas que le proporcionan una actividad farmacológica como antiinflamatorio, antimicrobiano y digestivo, pudiendo usarse como cicatrizantes en casos de heridas, úlceras y quemaduras.

Sus flores son hermafroditas, están conformadas de cinco pétalos color rosa-violáceo o purpúreos, en formas de ramillete en la axila de las hojas (Gracia Nazareno & Briones Zamora, 2019).

Según (Gracia Nazareno & Briones Zamora, 2019) la malva crece en climas templados, templados cálidos o de montañas con suelo de pH neutro. A partir de

los 1500 m.s.n.m., esta especie acumula nutrientes como Fósforo (P), Potasio (K), Nitrógeno (N) y Magnesio (Mg) que son nutrientes esenciales para un correcto crecimiento de las plantas, mismas que plantadas servirán para detener el avance de la erosión hídrica del suelo, por tal motivo se ha visto necesario introducir esta especie en el sitio de intervención del proyecto por tratarse de áreas con suelos infértiles y con pendiente.

#### **1.7.4 Retamo liso (*Genista monspessulana*)**

El retamo liso crece en suelos con pocos nutrientes o en zonas afectadas por las actividades humanas como las talas, quemas, minería, los cultivos y potreros abandonados y la apertura en las áreas donde se construyen nuevas vías (Valbuena Reyes, 2003).

Los análisis arrojaron cambios en la morfología de la partícula, así como la eliminación de sustancias altamente hidrofílicas como hemicelulosa. El tratamiento de mercerización es útil para modificar la superficie de la fibra con el fin de mejorar su compatibilidad en mezclas con polímeros, por otro lado, el retamo liso pertenece a la familia de las Fabaceae, es un arbusto leñoso perenne y leguminosa que forma arbustos densos de hasta 3 metros de altura con ramas cilíndricas esbeltas con hojas de color verde brillante y frutos pubescentes en forma de vaina, utilizado en el tratamiento de enfermedades del hígado y del corazón, también es utilizado como cercas vivas, sistema con el cual se puede controlar la erosión del suelo, siendo esta una de las consideraciones por el cual se ha trasplantado esta especie en vista que el área en estudio se encuentra deforestado (Delgado Tobón et al., 2014).

Según (Solorza-Bejarano, 2017) (*Genista monspessulana*) tiene la capacidad de fijar Nitrógeno que le permite cambiar rápidamente las condiciones fisicoquímicas del suelo, lo que favorece la persistencia de la especie invasora y la exclusión de especies nativas. Corresponde a las áreas con suelos arcillosos y compactados con adición de materiales estériles y horizontes orgánicos poco desarrollados, donde predomina la colonización de especies ruderales, exóticas y el establecimiento de plantaciones forestales.

## **1.8 Abonos orgánicos**

El uso de abonos orgánicos obedece a que éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos posibilitan la degradación de los nutrientes del suelo y permiten que las plantas los asimilen de mejor manera ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos (Agüero, 2014).

Los fertilizantes orgánicos son sustancias que surgen como resultado de la descomposición natural de sustancias orgánicas bajo la influencia de microorganismos que se encuentran en el medio ambiente. Los microorganismos digieren estas sustancias y las convierten en otras sustancias beneficiosas para proporcionar alimento al suelo y, por lo tanto, a las plantas en crecimiento (p.11). Es decir que es un proceso controlado y acelerado de descomposición de residuos, que puede ser aeróbico o anaeróbico, dando como resultado un producto estable de valor para el suelo (Agüero, 2014).

### **1.8.1 Importancia de los abonos orgánicos**

Tienen diferentes efectos benéficos en las propiedades físicas del suelo, mejoran la estructura, disminuye la densidad aparente, aumenta la porosidad, aireación e infiltración y retención de agua; disminuye el escurrimiento superficial del agua, aumenta la estabilidad de agregados y evita la erosión del suelo (Trinidad-Santos, 2016).

Los abonos orgánicos tienen altos contenidos de Nitrógeno mineral y cantidades significativas de otros elementos nutritivos para las plantas (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014).

### **1.8.2 Beneficios del uso de abonos orgánicos**

Según (Llanes et al., 2020) hace referencia a los terrenos cultivados sufren la pérdida de una gran cantidad de nutrientes, lo cual puede agotar la materia orgánica del suelo, por esta razón se deben restituir permanentemente (p.06), esto se puede lograr a través del manejo de los residuos de cultivo, el aporte de los

abonos orgánicos, estiércoles u otro tipo de material orgánico introducido en el campo.

El abonamiento consiste en aplicar las sustancias minerales u orgánicas al suelo con el objetivo de mejorar su capacidad nutritiva, mediante esta práctica se distribuye en el terreno los elementos nutritivos extraídos por los cultivos, con el propósito de mantener una renovación de los nutrientes en el suelo, el uso de los abonos orgánicos se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y degradada por el efecto de la erosión, pero su aplicación puede mejorar la calidad de la producción de cultivos en cualquier tipo de suelo (Gómez, 2020).

En relación con el suelo, el uso de abono orgánico contribuye a:

- ✓ Mejorar la fertilidad biológica del suelo.
- ✓ Mejorar la estructura del suelo.
- ✓ Incrementar la infiltración del agua.
- ✓ Retener la humedad, provocando un mejor uso del agua de riego.
- ✓ Mejorar los rendimientos de los productos.
- ✓ Mantener microorganismos que sintetizan los nutrientes, y las toman estos nutrientes en medida de sus necesidades (Gómez, 2020).

### **1.8.3 Nutriabono**

Según la empresa (Abonoagro, 2023) el nutriabono es un biofertilizante 100% natural, compost maduro elaborado a base de residuos vegetales (frutas y verduras) e inoculado con microorganismos en estado latente que nos permite ofrecer un abono orgánico limpio que sirva de nutriente para las plantas. El alto contenido de nutrientes y materia orgánica garantizan mejoras y la recuperación de las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas de suelos desgastados y asegura la resistencia a sequías.

Actúa como biocontrolador ya que previene plagas y enfermedades, gracias a los mecanismos de acción de: *Trichoderma sp.*, *Pecilomyces lilacinus*, *Beauveria*



*bassiana* y *Lecanicillium lecanii*, mejora la sanidad y resistencia del cultivo (Abonoagro, 2023).

**Tabla 2.** Valores nutricionales nutriabono

COMPOSICIÓN	SIMBOLOGÍA	CONCENTRACIÓN
Nitrógeno	(N)	2.2%-2.5%
MO	(MO)	45%-54%
Potasio	(K)	1.1%-1.7%
Calcio	(Ca)	7.1-8.3%
Magnesio	(Mg)	0.4%-0.6%
Hierro	(Fe)	580 ppm
Manganeso	(Mn)	261-273 ppm
Cobre	(Cu)	50-60 ppm
Zinc	(Zn)	170-208 ppm

**Fuente: (Abonoagro, 2023)**

#### 1.8.4 Ecoabonaza

Según la empresa (Pronaca, 2013) la ecoabonaza, es un abono orgánico que se deriva de la pollinaza, de las granjas de engorde de PRONACA, la cual es compostada, clasificada y procesada para potenciar sus cualidades, la ecoabonaza por su alto contenido de materia orgánica, mejora la calidad de los suelos y les provee de elementos básicos para el desarrollo apropiado de los cultivos. La ecoabonaza es una fuente de materia orgánica para el suelo, el cual por su alto contenido mejora la estructura de los mismos y provee de elementos nutricionales para el desarrollo apropiado de los cultivos.

Entre las principales ventajas de la utilización de ecoabonaza como abono orgánico, se pueden indicar las siguientes:

- ✓ Mejora la estructura del suelo, disminuyendo la cohesión de los suelos arcillosos.
- ✓ Incrementa la porosidad facilitando las interacciones del agua y el aire en el suelo.
- ✓ Regula la temperatura del suelo.
- ✓ Minimiza la fijación del Fósforo por las arcillas.
- ✓ Descontamina el suelo por la biodegradación de los plaguicidas.

- ✓ Aumenta el poder amortiguador con relación al pH del suelo.
- ✓ Mejora las propiedades químicas del suelo, evitando la pérdida de Nitrógeno.
- ✓ Favorece la movilización de P, K, Ca, Mg, S y elementos menores.
- ✓ Es fuente de Carbono orgánico para el desarrollo de microorganismos benéficos.
- ✓ Aumenta la capacidad de intercambio catiónico del suelo.
- ✓ La porosidad varía entre 40% y 50%.
- ✓ La densidad real está entre 0.35 y 0.45 g/cm<sup>3</sup>.
- ✓ El pH es prácticamente neutro (Remache, 2022).

**Tabla 3.** Valores nutricionales Ecoabonaza

COMPOSICIÓN	SIMBOLOGÍA	CONCENTRACIÓN
Nitrógeno	(N)	2.7363%
Fósforo	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1.7571%
Potasio	(K <sub>2</sub> O)	3.6351%
Calcio	(CaO)	4.4238%
Magnesio	(MgO)	1.0628%
Azufre	(S)	0.24%
Boro	(B)	0.02106%
Zinc	(Zn)	0.02860%
Cobre	(Cu)	0.05357%
Manganeso	(Mn)	0.07884%
Molibdeno	(Mo)	0.000049
Materia orgánica	(MO)	61.526%
Hierro	(Fe)	0.0201%

**Fuente:** (Remache, 2022).

### 1.8.5 Fertiplus

Según la empresa (Allbiz, 2010), el fertiplus es un fertilizante orgánico compuesto por Materia Orgánica, Nitrógeno y Fósforo. Su origen animal le da un contenido alto en proteínas que se descomponen durante el proceso de compostaje y humificación en aminoácidos. Estos aminoácidos activan la vida bacteriana en el suelo y el funcionamiento radicular de los cultivos.

Cuando el producto sale del proceso del compostaje está deshidratado y procesado físicamente en forma de pellet, pudiéndose aplicar como abono de fondo

sobre el terreno con la misma máquina que se usa para el fertilizante mineral (Allbiz, 2010).

#### 1.8.5.1 Beneficio del producto:

- Incrementa la capacidad de intercambio catiónico del suelo.
- Incrementa la asimilación de los nutrientes presentes en el suelo o fertilizantes incorporados.
- Acompleja los nutrientes del suelo para transformarlos en asimilables por las plantas.
- Activa los microorganismos benéficos que actúan en la descomposición de la materia orgánica, favoreciendo algunos procesos como mineralización y fijación del Nitrógeno.
- Incrementa la capacidad de retención de humedad del suelo.
- En semillas promueve la germinación y el vigor inicial de las plántulas.
- Mejora la estructura del suelo al formar agregados que facilitan la aireación y evitan la compactación (Allbiz, 2010).

**Tabla 4.** Valores nutricionales Fertiplus

COMPOSICIÓN	SIMBOLOGÍA	CONCENTRACIÓN
Nitrógeno	(N)	1.05%
Fósforo	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	4.02%
Potasio	(K <sub>2</sub> O)	3.18%
Calcio	(CaO)	13.75%
Magnesio	(MgO)	1.21%
Materia Orgánica	(MO)	15.86%

**Fuente:** (allbiz, 2010).

Fertilizante orgánico procesado y controlado industrialmente a partir de materia prima seleccionada, estiércol; no se utilizan restos de material vegetal u otros residuos, dando como resultado un producto de alta calidad, estable, homogéneo, libre de semillas, patógenos y metales pesados.(Projar, 2016)

Para (Tarazona, 2018) concuerda que la correcta aplicación del fertilizante orgánico previene los síntomas de deficiencia en los cultivos durante la temporada de crecimiento, presentando las siguientes características:

Fuente de materia orgánica:

- Calidad homogénea y constante.
- Elevado contenido en materia orgánica.
- Relación adecuada C/N.

Calidad del suelo:

- Mejora estructura del suelo.
- Aumenta la capacidad de retención de agua en el suelo.
- Aumenta la capacidad de aireación del suelo.
- Reducción del lavado/lixiviación de los fertilizantes minerales aplicados.
- Estimulación de la actividad bacteriana.
- Libre de semillas y patógenos
- 100% natural.

Aplicación:

- Pellet. Fácil aplicación. Limpio e higiénico. Sin polvo.
- Pellet de deshacer rápidamente una vez incorporado al suelo.
- Transporte y Almacenaje:
  - Bajo contenido en humedad, facilitando un almacenaje prolongado sin pérdida de calidad.
  - Disponible en formatos de 25 Kg (Pallets 1250 Kg) y Big Bags: 600 Kg // 1200 Kg.

Estos abonos orgánicos fueron utilizados para la realización de diferentes ensayos en las terrazas del campus de la Universidad Técnica de Cotopaxi, los cuales han dado buenos resultados en lo referente a la conservación y fertilización del suelo ya que, por su alto contenido en materia orgánica, ha mejorado las condiciones edáficas por su alto aporte con elementos esenciales para el correcto crecimiento de las plantas. (Remache, 2022).

## 1.9 MARCO LEGAL

- ✓ *Constitución de la República, Sección quinta, Suelo Art. 409.- Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa*

*fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión. En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona.*

✓ **CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE, TITULO II DE LOS DERECHOS, DEBERES Y PRINCIPIOS AMBIENTALES Art. 5.-** *Derecho de la población a vivir en un ambiente sano. El derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado comprende: Numeral 5.- La conservación y uso sostenible del suelo que prevenga la erosión, la degradación, la desertificación y permita su restauración.*

✓ **Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025, Objetivos del Eje de transición Ecológica Objetivo 11.** *Conservar, restaurar, proteger y hacer un uso sostenible de los recursos naturales, El presente objetivo propone avanzar las condiciones legales, económicas y de protección ambiental necesarias para logra el funcionamiento de las actividades humanas en el marco de la transición ecológica, a través de la programación de acciones que permita la conservación de los hábitats, la gestión eficiente de los recursos naturales y la recuperación de loe ecosistemas.*

#### **Políticas**

*11.1 Promover la protección y conservación de los ecosistemas y su biodiversidad; así como el patrimonio natural y genético nacional.*

*11.2 Fomentar la capacidad de recuperación y restauración de los recursos naturales renovables*

*11.3 Impulsar la reducción de la deforestación y degradación de los ecosistemas a partir del uso y aprovechamiento sostenible del patrimonio natural.*

***Lineamientos territoriales.***

***Pol 11.1***

***G2. Fortalecer el manejo sostenible de las áreas de conservación.***

***Pol. 11.2***

*F5. Implementar programas integrales de incremento de cobertura vegetal priorizando la simbra de especies arbóreas nativas y las actividades de recuperación de los suelos erosionados.*

- ✓ ***Acuerdo Ministerial N°065 del Ministerio del Ambiente publicado el 16 de abril de 2015, en su Capítulo II de las Modalidades para Restauración Forestal con Fines de Conservación,***

***Art 4, Modalidades de revegetación con especies nativas.*** - Esta modalidad busca la recuperación de la funcionalidad de los ecosistemas y su consiguiente incremento y conservación de los servicios ecosistémicos, a través de la introducción de especies nativas de flora (arbóreas y no arbóreas), provenientes o de ecosistemas naturales.

*Las prácticas que califiquen para esta modalidad de restauración deberán estar vinculadas y referidas en el Plan de Restauración Forestal correspondiente, y serán:*

- a) ***Enriquecimiento de ecosistemas naturales:*** Se refiere a la reintroducción selectiva de especies nativas de flora (arbórea y no arbórea) en ecosistemas naturales que han sufrido pérdidas sistemáticas. Muchas de estas contribuyen al buen funcionamiento del ecosistema, y permite recuperar, mejorar y sostener las dinámicas propias de esos ecosistemas;
- b) ***Revegetación en bloque:*** Se refiere a la introducción de diferentes especies arbóreas y no arbóreas en áreas desprovistas de cobertura vegetal nativa dando pie a la sucesión natural del ecosistema.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1 Tipo de investigación**

##### **2.1.1 Descriptiva**

Se utilizó esta metodología por ser una actividad de campo la cual requirió la toma de datos de los diferentes parámetros de manera mensual para posteriormente realizar la tabulación de los datos obtenidos en el ensayo experimental, y finalmente realizar las comparaciones mediante el análisis de suelo inicial y final, como resultado de haber trasplantado las cuatro especies forestales nativas con tres tipos abonos orgánicos.

##### **2.1.2 Experimental**

Por tratarse de un estudio de investigación, se aplicó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) el cual es una técnica estadística apoyada en el método científico, para generar resultados más eficientes a partir de esta metodología a través de la recolección, análisis e interpretación de datos, que conduzcan a minimizar errores y llegar a un análisis apropiado.

#### **2.2 Modalidad de la investigación**

##### **2.2.1 De Campo.**

En esta investigación se aplicó esta metodología, porque permitió trabajar directamente desde el campo, recolectando y seleccionando datos de las variables estudiadas que se necesitó para el presente proyecto de investigación con la

utilización de cuatro especies forestales nativas: aliso (*Alnus glutinosa*), tilo (*Sambucus nigra*), malva morada (*Malva sylvestris*) y retamo liso (*Genista monspessulana*) y la aplicación de tres abonos orgánicos nutriabono, ecoabonaza, y fertiplus con la finalidad de determinar las características de las propiedades físicas y químicas del suelo en las que se han sido trasplantadas.

### **2.2.2 Bibliográfica documental.**

Para la ejecución del estudio de investigación desde su inicio hasta su finalización se debió considerar diferentes fuentes bibliográficas de carácter científico como: libros, revistas científicas, investigaciones científicas, tesis, sitios web de alto impacto, entre otras para lo cual se realizó una búsqueda minuciosa, con la finalidad de brindar un estudio eficiente sobre el tema.

## **2.3 Materiales**

### **2.3.1 Material experimental**

- ✓ Especies forestales nativas: (tilo, aliso, retama-liso, malva)
- ✓ Abonos orgánicos (nutriabono, ecoabonaza y fertiplus)
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Computadora
- ✓ Calculadora
- ✓ Flexómetro
- ✓ Hoyadora
- ✓ Balanza
- ✓ Calibrador
- ✓ Envase de vidrio (profeta)
- ✓ Cilindro metálico

### **2.3.2 Material de campo**

- ✓ Estacas
- ✓ Piola plástica
- ✓ Tijeras



- ✓ Libreta de campo
- ✓ Esferos
- ✓ Marcadores
- ✓ Pintura látex
- ✓ Botellas plásticas recicladas
- ✓ Tarrinas plásticas
- ✓ Rútulos
- ✓ Barra
- ✓ Azada
- ✓ Martillo
- ✓ Machete

## 2.4 Características del sitio de investigación

**Tabla 5.** Características del sitio de proyecto de investigación.

<b>Provincia</b>	Cotopaxi	<b>Cultivo actual</b>	Plantación forestal con especies nativas: aliso, tilo, malva, retamo liso
<b>Cantón</b>	Latacunga	<b>Sistema de plantación</b>	Bosquete
<b>Localidad</b>	Salache	<b>Superficie de ensayo</b>	0.32 ha.
<b>Longitud</b>	78°37'14''w	<b>Número de repeticiones</b>	3
<b>Latitud</b>	00°59'57''s	<b>Número de parcelas</b>	48
<b>Altitud</b>	2724 msnm.	<b>Número de plantas por parcela</b>	12
<b>Fecha de siembra</b>	16-05-2022	<b>Número de plantas del ensayo</b>	576
<b>Cultivo anterior</b>	Ninguno	<b>Distancia entre planta</b>	1.5 m.
<b>Textura</b>	Franco	<b>Distancia entre hileras</b>	1.5 m.

Elaborado por: (Broncano, 2023)

## 2.5 Mapa sobre el sitio de investigación



Fuente: (Google earth, 2023)

## 2.6 Operación de variables

Tabla 6. Operación de variables

Hipótesis	Variables	Indicadores	Indicadores	Expresión
	Variable independiente	Variable dependiente		
La plantación de cuatro especies forestales nativas aliso ( <i>Alnus glutinosa</i> ), tilo ( <i>Sambucus nigra</i> ), malva morada ( <i>Malva sylvestris</i> ) y retamo liso ( <i>Genista monspessulana</i> ) y la aplicación de tres abonos orgánicos	Especies forestales y abonos orgánicos	Respuesta especie forestal Propiedades físicas y químicas	Porcentaje de prendimiento de las unidades experimentales	%
			Altura de planta	cm
			Diámetro de tallo	mm
			Número de ramas	#
			Número de hojas	#
			Peso de suelo	Kg
			Longitud de raíz principal	cm
			Número de raíces secundarias	#
			Volumen de raíz	ml
			Peso de la raíz	gr
			pH	Rango
Materia orgánica	%			

nutriabono, ecoabonazay fertiplus mejoran las propiedades físicas químicas del suelo.		Conductividad eléctrica	mmhos/cm
		N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn	ppm
		Textura	Clase textural
		Densidad aparente	gr/ml
		Densidad real	gr/ml
		Porosidad	%

Elaborado por: (Broncano, 2023)

## 2.7 Variables en estudio

De acuerdo al cuadro de operacionalización de las variables en estudio, después del trasplante de las especies forestales, se evaluó cada mes por cuatro meses, las siguientes variables:

### 2.7.1 Porcentaje de prendimiento de las unidades experimentales (%)

De las unidades experimentales al mes del trasplante se evaluó por única vez el porcentaje de prendimiento mediante una regla de tres relacionando el número de plantas sembradas con el número de plantas vivas hasta la fecha.

### 2.7.2 Altura de planta (cm)

De la parcela neta (cuatro plantas), durante cuatro meses, para lo cual mediante la utilización de un flexómetro se procedió a medir desde el cuello del tallo hasta el ápice de la planta forestal (tallo principal).

### 2.7.3 Diámetro de tallo (mm)

De la parcela neta se tomaron cuatro plantas, durante cuatro meses con la ayuda de un calibrador se procedió a medir el tallo unos 10 cm del cuello hacia arriba de las especies forestales.

#### **2.7.4 Número de ramas (#)**

De la parcela neta se tomó cuatro plantas, una cada mes durante cuatro meses y se procedió a contabilizar el número de ramas de cada una de las especies forestales.

#### **2.7.5 Número de hojas (#)**

De la parcela neta se tomaron cuatro plantas, una cada mes durante cuatro meses y se procedió a contabilizar el número de hojas de cada una de las especies forestales (total de planta).

#### **2.7.6 Peso de suelo (kg)**

De la parcela neta se extrajo una planta por mes, durante cuatro meses, se realizó un muestreo destructivo luego de extraer sucesivamente las especies forestales se obtuvo el peso del suelo al mes del trasplante con un cilindro de metal de 50 cm de diámetro y 40 cm de largo, el cilindro se lo introdujo con la ayuda de un combo en el tratamiento destinado para extraer la muestra de suelo, al final se extrajo con cuidado y se procedió a pesar en la balanza (suelo y planta).

#### **2.7.7 Longitud de raíz principal (cm)**

Aprovechando el muestreo destructivo peso planta-suelo se procedió a medir la longitud de raíz principal, con la ayuda de un flexómetro (cuello, raíz). Este parámetro se obtuvo durante cuatro meses.

#### **2.7.8 Número de raíces secundarias (#)**

Aprovechando el muestreo destructivo peso planta-suelo se procedió a contabilizar el número de raíces secundarias, este parámetro se obtuvo durante cuatro meses.

#### **2.7.9 Peso de la raíz (gr)**

Una vez que se extrajo las especies forestales, se cortó su raíz en el cuello que une con el tallo, luego de lavarlo se procedió a pesarla en una balanza digital para obtener su peso en gramos. Este parámetro se obtuvo una vez por mes durante

cuatro meses.

### 2.7.10 Volumen de raíz (ml)

Una vez que se extrajo las especies forestales, se cortó su raíz en el cuello que une con el tallo, luego de lavarlo se procedió a introducir la raíz en una probeta de capacidad 1.000 ml, con un contenido de 500 ml de agua, de esta manera se pudo medir el volumen de la raíz. Este parámetro se obtuvo durante cuatro meses. Arquímedes padre de la hidrostática describió la fórmula para calcular el volumen de un cuerpo  $v = l \times b \times h$ , donde l es longitud, b es ancho y h es altura.

## 2.8 Factores en estudio

### 2.8.1 Factor A: Especies Forestales

E1: aliso (*Alnus glutinosa*)

E2: malva (*Malva sylvestris*)

E3: tilo (*Sambucus nigra*)

E4: retamo liso (*Genista monspessulana*)

### 2.8.2 Factor B: Abonos Orgánicos

a1: ecoabonaza

a2: fertiplus

a3: nutriabono

a4: testigo

## 2.9 Tratamientos del ensayo experimental

Tabla 7. Tratamientos

Tratamientos	Simbología	Descripción
1	E1a1	Aliso con ecoabonaza
2	E1a2	Aliso con fertiplus
3	E1a3	Aliso con nutriabono
4	E1a4	Aliso sin abono
5	E2a1	Malva con ecoabonaza
6	E2a2	Malva con fertiplus
7	E2a3	Malva con nutriabono
8	E2a4	Malva sin abono
9	E3a1	Tilo con ecoabonaza
10	E3a2	Tilo con fertiplus
11	E3a3	Tilo con nutriabono

12	E3a4	Tilo sin abono
13	E4a1	Retama con ecoabonaza
14	E4a2	Retama con fertiplus
15	E4a3	Retama con nutriabono
16	E4a4	Retama sin abono

**Elaborado por:** (Broncano, 2023)

## 2.10 Diseño experimental

Se aplicó un arreglo factorial 4 x 4, con 3 repeticiones, con un total de 48 unidades experimentales. En un diseño de bloques completamente al azar (DBCA).

## 2.11 Análisis estadístico funcional

Se empleó el método matemático de análisis de varianza (ADEVA), presentado en el siguiente esquema.

**Tabla 8.** Esquema del ADEVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	
Total	$(t*r)-1$	47
Repeticiones	$(r-1)$	2
Tratamientos	$(t-1)$	15
Factor a	$(a-1)$	3
Factor b	$(b-1)$	3
Factor a x b	$(a-1) * (b-1)$	9
Error	$(t-1) * (r-1)$	30

**Elaborado por:** (Broncano 2023)

## 2.12 METODOLOGÍA

### 2.12.1 Identificación del área de estudio

Para el presente estudio se seleccionó un área de 3.200 metros cuadrados en la parte occidental del campus de la Universidad Técnica de Cotopaxi ubicado en el sector Salache perteneciente a la parroquia Eloy Alfaro del cantón Latacunga, para determinar el área de estudio se utilizó un GPS instrumento con el cual se tomó las coordenadas geográficas, de igual manera se utilizó un flexómetro para realizar las mediciones de las 48 unidades experimentales cada una de 66,6 m<sup>2</sup>.

### **2.12.2 Análisis de suelo del área de estudio**

Esta actividad se lo realizó antes de implementar como también al finalizar el proyecto, para el primer caso se recolectó con la ayuda de un barreno 10 sub muestras del suelo en forma de zigzag a una profundidad de 15 cm, se mezcló y se obtuvo una sola muestra, luego se colocó en una funda plástica la cantidad 1 kg de esta mezcla, inmediatamente se procedió a enviar al laboratorio (Totalchem de la ciudad de Ambato, para que se realice el análisis físico y químico del suelo.

De la misma manera al finalizar el proyecto, con la ayuda de un barreno se procedió a tomar las muestras de suelo junto a la especie forestal a una profundidad de 15 cm. de las 3 repeticiones, se unificó los tratamientos correspondientes, producto de lo cual se obtuvo un total de 16 muestras, mismas que se procedió a mezclarla uniformemente, para luego colocarlas en fundas plásticas la cantidad de 1 libra cada una con su respectivo código e inmediatamente se envió al laboratorio para el análisis físico y químico del suelo.

### **2.12.3 Trazado del diseño experimental en campo**

Una vez realizado el diseño experimental se procedió al replanteo en campo ubicado en la parte occidental del CEASA, para lo cual se trazó las tres repeticiones con sus respectivas unidades experimentales siendo en un número 48, las mismas que fueron señaladas y distribuidas con estacas y piola plástica.

### **2.12.4 Construcción de hoyos**

Por tratarse de un suelo duro con presencia de cangahua se procedió a alquilar una máquina hoyadora y luego proceder a roturar el suelo para realizar los respectivos hoyos en el área de estudio con dimensiones de 30x30x30 largo, ancho y profundidad a una distancia de 1.5 m. entre hoyos e hileras.

### **2.12.5 Adquisición de las especies forestales nativas y abonos orgánicos**

Una vez definido las especies forestales y los abonos orgánicos para el ensayo se procedió a la adquisición de liso (*Alnus glutinosa*), tilo (*Sambucus nigra*), malva morada (*Malva sylvestris*) y retamo liso (*Genista monspessulana*), nutriabono, ecoabonaza y fertiplus para luego ser transportados en vehículo hasta el sitio de intervención ubicado en el campus de la Universidad Técnica de Cotopaxi sector Salache de la parroquia Eloy Alfaro del cantón Latacunga.

### **2.12.6 Rotulación de las unidades experimentales**

Mediante la utilización de una tabla triples de 20x15 cm y un soporte de madera de 60 cm de largo, se procedió a señalar cada unidad experimental con sus respectivos códigos.

### **2.12.7 Trasplante de las especies forestales nativas**

Se lo realizó en el área en estudio de acuerdo a lo establecido en el diseño experimental, para ello previamente se realizó una socialización a todos los participantes sobre la forma adecuada de realizar el trasplante de acuerdo a lo establecido en el diseño experimental.

Una vez construido los hoyos se procedió a colocar en su interior una libra de abono orgánico, de acuerdo a lo establecido en el diseño experimental luego se añadió una capa de tierra, para posteriormente introducir la especie forestal sin funda, luego colocar la tierra extraída del hoyo hasta el nivel de pan de tierra de la especie forestal, presionando al contorno para darle firmeza y extraer el aire de su interior.

### **2.12.8 Toma de datos**

La toma de datos se realizó de acuerdo a las fechas establecidas de las siguientes variables: porcentaje de prendimiento de las unidades experimentales, altura de planta, diámetro del tallo, número de ramas, número de hojas, peso del suelo, longitud de la raíz principal, número de raíces secundarias, volumen de la



raíz, peso de la raíz, datos que se registraron en el libro de campo.

#### **2.12.9 Riego de las unidades experimentales**

Luego de la plantación forestal se procedió a realizar el riego con una frecuencia de tres veces por semana durante los cuatro meses que duró el ensayo, mediante la utilización de galones reciclados con agua, en cuya tapa se realizó un pequeño orificio para su evacuación, misma que fue colocada junto a la planta para que sea suministrado el líquido vital a manera de goteo, reutilizando el material reciclado siendo esta una iniciativa para contribuir al cuidado del ambiente.

#### **2.12.10 Toma de muestras finales de suelo**

Concluido con la toma de datos de las parcelas netas, con la ayuda de un barreno se procedió a tomar las muestras de suelo junto a la especie forestal a una profundidad de 15 cm. Se unificó las muestras que corresponden al mismo tratamiento de las tres repeticiones, obteniendo un total de 16 muestras, las cuales se procedió a mezclarla uniformemente, luego se las colocó en fundas plásticas la cantidad de 1 libra cada una se las codificó e inmediatamente se procedió a enviar al laboratorio para que se realice el análisis de pH, materia orgánica, conductividad eléctrica, N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn, textura, densidad aparente y real del área en estudio.

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Variables del porcentaje de prendimiento de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 1.

**Tabla 9.** Porcentaje de prendimiento.

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	
Tratamientos	17	2777,71	163,39	3,12	0,2131	sn
Repeticiones	2	25,04	12,52	0,24	0,7886	sn
Factor A	3	646,83	215,61	4,12	0,0146	sn
Factor B	3	630,33	210,11	4,02	0,0162	sn
Factor A*B	9	1475,5	163,94	3,13	0,0088	**
Error	30	1568,96	52,3			
Total	47	4346,67				
CV	7,89					

**Elaborado por:**(Broncano, 2023)

En el análisis de varianza se establece una significación estadística para el porcentaje de prendimiento en el Factor A x B, para el resto de las fuentes de variación no presenta significación. El coeficiente de variación fue de 7,89 %, este dato se tomó a los 30 días, lo que indica que por lo menos uno de todos los tratamientos se comporta de manera distinta, por lo que se hace una prueba de Tukey.

**Tabla 10.** Prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de prendimiento.

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>Medias</b>	<b>Rango</b>	
Retama	Ecoabonaza	100	A	
Malva	Fertiplus	100	A	
Tilo	Testigo	97,33	A	B
Retama	Fertiplus	97,33	A	B
Malva	Ecoabonaza	97,33	A	B
Tilo	Fertiplus	97,33	A	B
Retama	Nutriabono	97,33	A	B
Aliso	Nutriabono	94,33	A	B
Aliso	Fertiplus	94,33	A	B
Malva	Nutriabono	94,33	A	B
Retama	Testigo	91,67	A	B
Aliso	Ecoabonaza	83,33	A	B
Malva	Testigo	83,33	A	B
Tilo	Nutriabono	83	A	B
Aliso	Testigo	78	A	B
Tilo	Ecoabonaza	77,67	B	

**Elaborado por:** (Broncano, 2023)

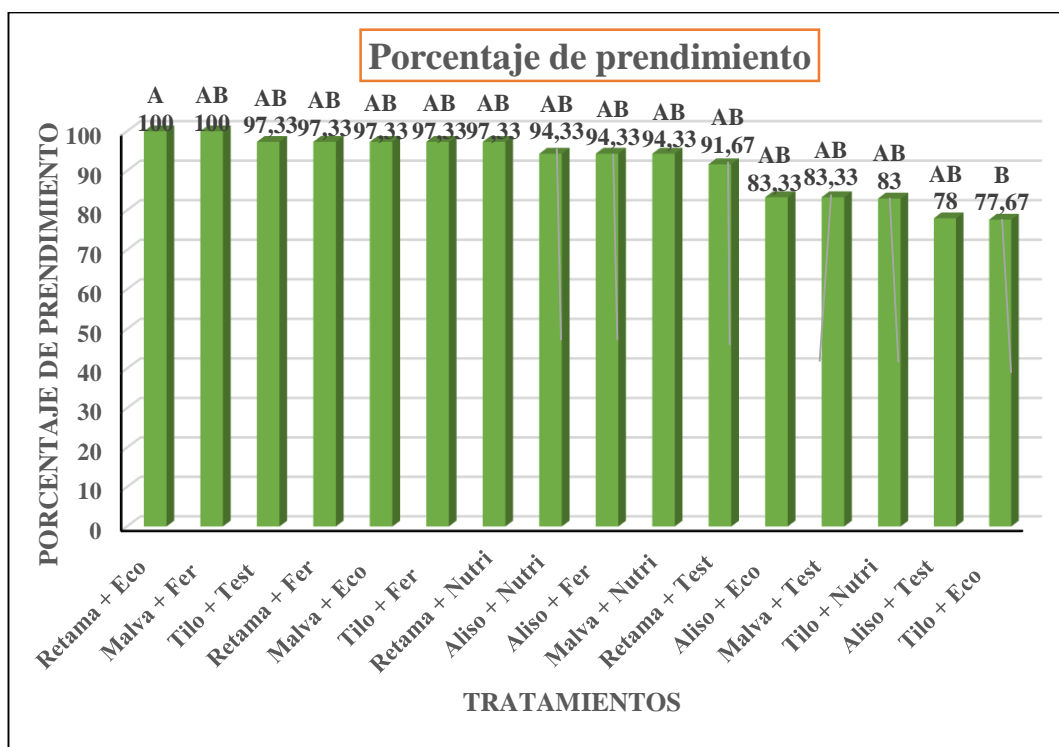
En la tabla 10, en la prueba Tukey para el porcentaje de prendimiento, se pudo observar que la combinación de la especie vegetal retamo liso + la ecoabonaza (E4a1) alcanzó una media de 100%, siendo el tratamiento con mejor resultado por ende colocándose en un rango A, esto debido a que el retamo-liso es una especie rústica poco exigente en condiciones de suelo y clima ya que crece en terrenos secos y a campo abierto, además porque esta especie está dotado de profundas raíces capaz de profundizar el suelo en busca de agua, además tolera la sequía el calor y fríos moderados de hasta -10°C, es capaz de vivir en terrenos poco profundos, pobres y pedregosos, por otra parte la ecoabonaza ha contribuido con este parámetro por su alto contenido de materia orgánica, lo cual ha mejorado la calidad del suelo proveyendo los elementos básicos como el Nitrógeno, elemento indispensable para el buen desarrollo de esta especie.

Por lo contrario, la media más baja y que no tuvo un rendimiento adecuado se coloca al tratamiento tilo + ecoabonaza (E3a1), que alcanzó una media de 77.67%, por lo tanto, se coloca en un rango B, esto debido a que el tilo prefiere suelos bien desarrollados con humedad permanente y bien drenados, siendo zonas aptas para esta especie los valles, vaguadas y márgenes de ríos y arroyos, en cuanto a la

incorporación de ecoabonaza esta no proporcionó los mejores resultados debido a que el tilo prefiere abonos formado por arena, tierra y turba.

Según (Mancilla, 2016) la plantación de especies forestales y la combinación de abonos orgánicos favorecen a la recuperación o estabilización de suelos y laderas que han sufrido los efectos de la erosión mejorando la vida microbiana del suelo combinando.

**Gráfico 1.** Variable del porcentaje de prendimiento.



**3.2 Variable de altura de planta de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 1.**

**Tabla 11.** Altura de planta

		30 días		60 días		90 días		120 días	
F.V.	GL	p-valor		p-valor		p-valor		p-valor	
Tratamiento	17	0,0004	**	0,0002	**	0,0001	**	0,0001	**
Repeticiones	2	0,3217	sn	0,3211	sn	0,2171	sn	0,4946	sn
Factor A	3	0,8813	sn	0,9724	sn	0,9647	sn	0,5316	sn
Factor B	3	0,0001	**	0,0001	**	0,0001	**	0,0001	**
Factor A*B	9	0,9644	sn	0,9339	sn	0,9206	sn	0,8547	sn
Error	30	33,58		44,53		41,08		33,35	
Total	47								
CV		21		17,86		15,92		13,36	

**Elaborado por:** (Broncano, 2023)

En el análisis de varianza se establece una significación estadística para la altura de la planta a los 30, 60, 90 y 120 días, existió significancia estadística en la fuente de variación de tratamientos y Factor B, El coeficiente de variación fue de 21%, 17,86%, 15,92%, 13,36% para el resto de las fuentes de variación no presenta significación, lo que indica que por lo menos uno de todos los tratamientos se comporta de manera distinta, por lo que se hace una prueba de Tukey.

**Tabla 12.** Prueba de Tukey al 5% para el tratamiento de la altura de la planta.

Tratamientos	30 días		60 días		90 días		120 días					
	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos				
Reta+Nutri	36	A	51	A	55	A	61	A				
Reta+Eco	34	A	51	A	53	A	59	A				
Reta+Test	33	A	B	51	A	52	A	59	A			
Reta+Ferti	32	A	B	47	A	51	A	B	57	A		
Tilo+Test	32	A	B	42	A	B	43	A	B	46	A	B
Malva+Ferti	31	A	B	38	A	B	42	A	B	44	A	B
Tilo+Nutri	30	A	B	38	A	B	40	A	B	43	A	B
Malva+Nutri	30	A	B	37	A	B	39	A	B	40	A	B
Malva+Eco	29	A	B	36	A	B	37	A	B	40	A	B
Aliso+Test	29	A	B	35	A	B	36	A	B	40	A	B
Tilo+Eco	27	A	B	34	A	B	36	A	B	37	A	B

Tilo+Ferti	27	A	B	33	A	B	36	A	B	36	A	B
Malva+Test	17	A	B	31	A	B	34	A	B	34	A	B
Aliso+Eco	16	A	B	27	A	B	31	A	B	33	A	B
Aliso+Ferti	16	A	B	27	A	B	30	A	B	31	A	B
Aliso+Nutri	14		B	26		B	29		B	30		B

**Elaborado por:**(Broncano, 2023)

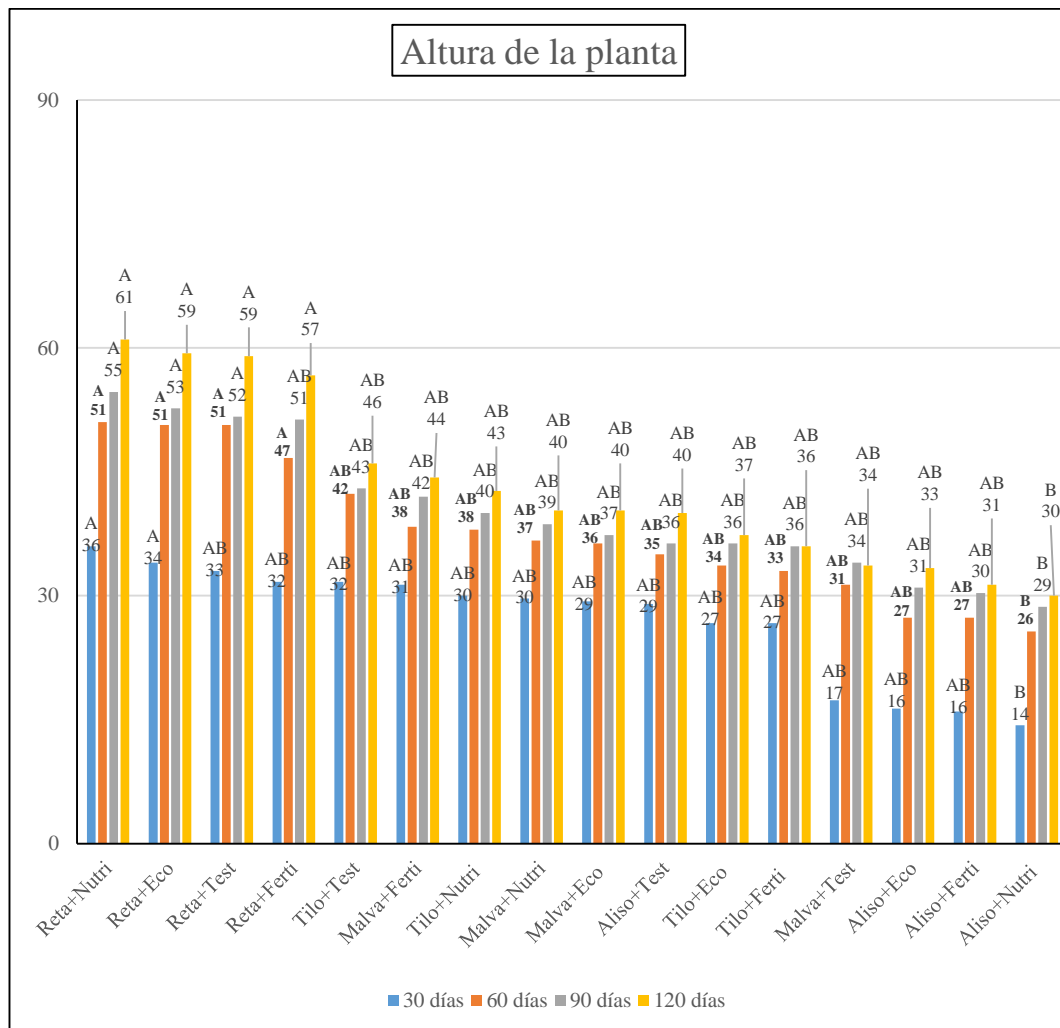
En la tabla 12, en la prueba de Tukey al 5% se observaron dos rangos de significación estadística alcanzados por cada uno de los tratamientos establecidos, donde a los 30 días el mejor tratamiento es el tratamiento (retama+nutriabono) con una media de 36 cm. de altura y en último lugar se llevó el tratamiento (aliso+nutriabono) con una media de 14 cm. A los 60 días el mejor tratamiento es el tratamiento (retama+nutriabono) con una media de 51 cm. de altura y en último lugar se obtuvo al tratamiento (aliso+nutriabono) con una media de 26 cm. A los 90 días el mejor tratamiento (retama+nutriabono) con una media de 55 cm de altura y en último lugar obtuvo el tratamiento (aliso+nutriabono) con una media de 29 cm. A los 120 días el mejor tratamiento (retama+nutriabono) con una media de 61 cm. de altura y en último lugar se obtuvo al tratamiento (aliso+nutriabono) con una media de 30 cm., el comportamiento del retamo liso ante el parámetro altura de planta a los 30, 60, 90 y 120 días se debe a que esta especie por ser una leguminosa proporciona Nitrógeno al suelo, elemento que ha favorecido al crecimiento de las plantas, además por tener un sistema radicular largo profundiza al suelo, facilitando la absorción del agua, haciendo que esta especie se haya desarrollado de mejor manera, a eso se suma la interacción con el nutriabono elaborado a base de residuos vegetales (frutas y verduras) e inoculado con microorganismos en estado latente ha permitido ofrecer nutrientes para el desarrollo de esta especie.

Por otro lado, el tratamiento constituido por el aliso + nutriabono en todas sus etapas en lo que respecta a este parámetro ha sido el más bajo debido a que el aliso se desarrolla mejor manera en suelos arenosos y profundos, húmedos, ricos en humus y con buen drenaje.

Según (Solorza-Bejarano, 2017) la mezcla de la especie vegetal retama y el abono orgánico ayudaron al desarrollo de la altura de la planta ya que tiene la capacidad

de fijar Nitrógeno que le permite cambiar rápidamente las condiciones fisicoquímicas del suelo conjuntamente con el abono orgánico garantizando mejoras a la recuperación de las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas de suelos desgastados asegurando la resistencia a sequías.

**Gráfico 2.** Variable de altura de planta.

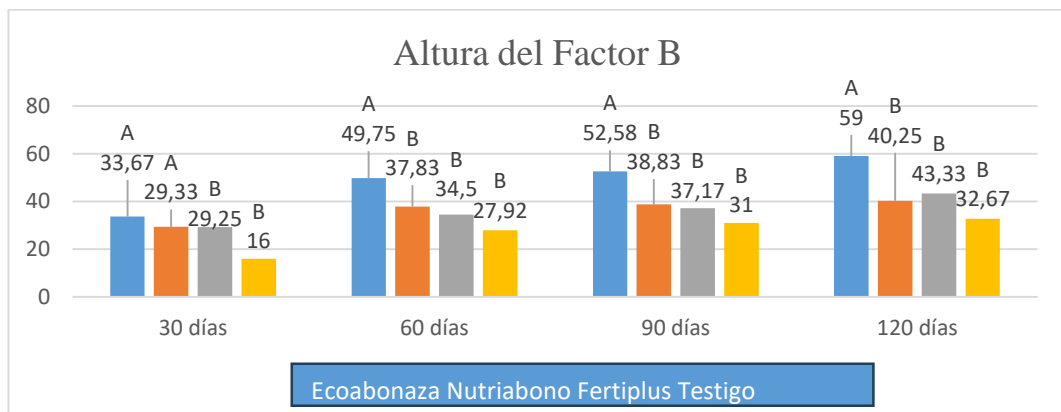


**Tabla 13.** Prueba de Tukey al 5% para el Factor B para la altura de la planta.

Factor B	30 días		60 días		90 días		120 días	
	Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango
Testigo	33,67	A	49,75	A	52,58	A	59	A
Nutriabono	29,33	B	37,83	A	38,83	A	40,25	A
Fertiplus	29,25	B	34,5	B	37,17	B	43,33	B
Ecoabonaza	16	B	27,92	B	31	B	32,67	B

En la tabla 13, en la prueba de Tukey al 5% se observaron dos rangos de significación estadística alcanzados por cada uno del Factor B establecidos, donde a los 30 días el primer rango es el (testigo) con una media de 33,67 cm. en el Factor B y en último lugar se llevó el (ecoabonaza) con una media de 16 cm. A los 60 días el primer rango es el (testigo) con una media de 49,75 cm. en el Factor B y en último lugar se llevó el (ecoabonaza) con una media de 27,92 cm. A los 90 días el primer rango es el (testigo) con una media de 52,58 cm. en el Factor B y en último lugar se llevó el (ecoabonaza) con una media de 31cm. A los 120 días el primer rango es el (testigo) con una media de 59 cm. en el Factor B y en último lugar se llevó el (ecoabonaza) con una media de 32,67 cm. Según (Gayoso & Alarcón, 1999) el uso de abonos orgánicos obedece a que éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos posibilitan la degradación de los nutrientes del suelo y permiten que las plantas los asimilen de mejor manera ayudando a un óptimo desarrollo.

**Gráfico 3.** Variable de altura de la planta del Factor B.





**3.3 Variable del diámetro del tallo de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 2.**

**Tabla 14.** Diámetro del tallo

		30 días		60 días		90 días		120 días	
F.V.	GL	p-valor		p-valor		p-valor		p-valor	
Tratamiento	17	0,2743	sn	0,5727	sn	0,7525	sn	0,3127	sn
Repeticiones	2	0,4824	sn	0,8405	sn	0,7083	sn	0,8662	sn
Factor A	3	0,9476	sn	0,2353	sn	0,2571	sn	0,4457	sn
Factor B	3	0,0003	**	0,0004	**	0,0047	**	0,0001	**
Factor A*B	9	0,9458	sn	0,5564	sn	0,7037	sn	0,5834	sn
Error	30	1,27		0,83		0,96		1,3	
Total	47								
CV		18,03		16,74		15,69		18,8	

**Elaborado por:** (Broncano, 2023)

En el análisis de varianza se establece una significación estadística para el diámetro del tallo a los 30, 60, 90 y 120 días, existió significancia estadística en la fuente de variación del Factor B, el coeficiente de variación fue de 18,03%, 16,74%, 15,69%, 18,8% para el resto de las fuentes de variación no presenta significación, lo que indica que por lo menos uno de todos los tratamientos se comporta de manera distinta, por lo que se hace una prueba de Tukey.

**Tabla 15.** Prueba de Tukey al 5% del Factor B para el diámetro del tallo.

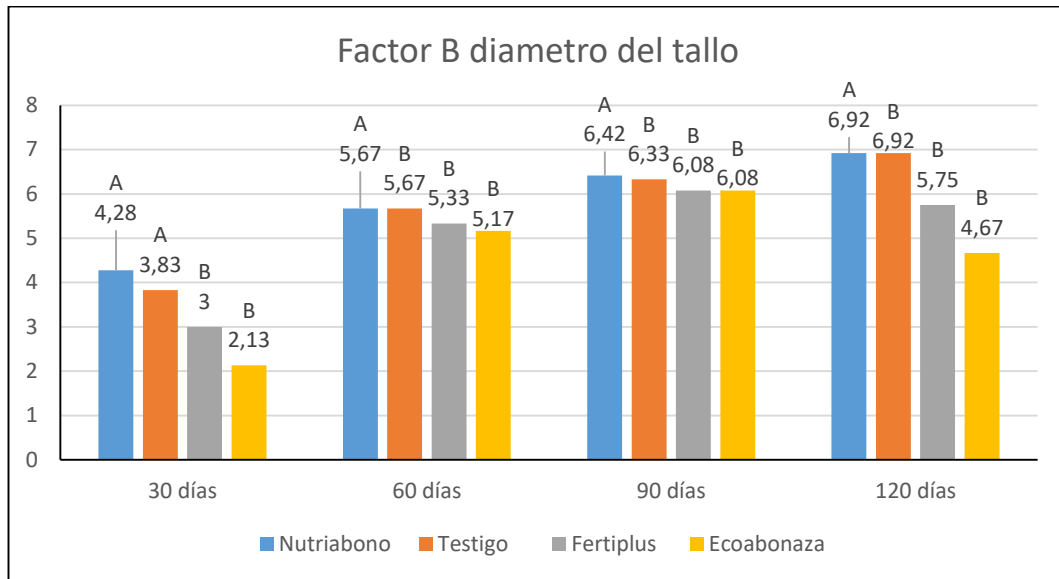
Factor B	30 días		60 días		90 días		120 días	
	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos
Nutriabono	4,28	A	5,67	A	6,42	A	6,92	A
Testigo	3,83	B	5,67	B	6,33	A	6,92	A
Fertiplus	3	B	5,33	B	6,08	B	5,75	B
Ecoabonaza	2,13	B	5,17	B	6,08	B	4,67	B

**Elaborado por:** (Broncano, 2023)

En la tabla 15, en la prueba de Tukey al 5% se observaron dos rangos de significación estadística alcanzados por cada uno del Factor B establecidos, donde a los 30 días el primer rango es el (nutriabono) con una media de 4,28 mm. en el Factor B y en último lugar se llevó el (ecoabonaza) con una media de 2,13 mm. A los 60 días el primer rango es el (nutriabono) con una media de 5,67 mm. en el Factor B y en último lugar se llevó el (ecoabonaza) con una media de 5,17 mm. A los 90 días el primer rango es el (nutriabono) con una media de 6,42 mm. en el Factor B y en último lugar se llevó el (ecoabonaza) con una media de 6,08 mm. A los 120 días el primer rango es el (nutriabono) con una media de 6,92 mm. en el Factor B y en último lugar se llevó el (ecoabonaza) con una media de 4,67 mm. el buen resultado del nutriabono a los 30, 60, 90 y 120 días, referente a este parámetro se debe a que este es un compost orgánico elaborado a base de residuos vegetales (frutas y verduras) e inoculado con microorganismos en estado latente que ha permitido ofrecer una cantidad de nutrientes los cuales han intervenido en el engrosamiento del tallo. Por otro lado, la ecoabonaza a pesar de ser un abono orgánico de buena calidad no ha funcionado de mejor manera debido a que este abono más bien tiene ventajas importantes como la de mejorar la estructura del suelo disminuyendo la cohesión, incrementando la porosidad facilitando las interacciones del agua y el aire en el suelo (Pronaca, 2013).

Según (Gayoso & Alarcón, 1999) se refiere a que el nutriabono al ser un biofertilizante 100% natural ayuda a garantizar y mejorar la recuperación de las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas de suelos desgastados mientras que abono orgánico ecoabonaza el cual por su alto contenido mejora la estructura de los mismos y provee de elementos nutricionales para el desarrollo apropiado de los cultivos.

**Gráfico 4.** Variable del diámetro del tallo.



**3.4 Variable de número de ramas de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 2.**

**Tabla 16.** Número de ramas

		30 días	60 días	90 días	120 días
F.V.	GL	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor
Tratamiento	17	0,2641	sn	0,5341	sn
Repeticiones	2	0,2675	sn	0,8818	sn
Factor A	3	0,7207	sn	0,7984	sn
Factor B	3	0,0001	**	0,0065	**
Factor A*B	9	0,9815	sn	0,2998	sn
Error	30	7,75	41,56	2,81	6,37
Total	47				
CV		23,65	18,76	16,57	15,62

**Elaborado por:** (Broncano, 2023)

En el análisis de varianza se establece una significación estadística para el número de ramas a los 30, 60, 90 y 120 días, existió significancia estadística en la fuente de variación de Factor B, El coeficiente de variación fue de 23,65%, 18,76%, 16,57%,

15,62% para el resto de las fuentes de variación no presenta significación, lo que indica que por lo menos uno de todos los tratamientos se comporta de manera distinta, por lo que se hace una prueba de Tukey.

**Tabla 17.** Prueba de Tukey al 5% para el factor B número de ramas.

Factor B	30 días		60 días		90 días		120 días	
	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos
Ecoabonaza	10,17	A	16,5	A	20,14	A	26,5	A
Nutriabono	6,13	B	10,5	B	15,2	A	21,9	A
Fertiplus	5,02	B	8,4	B	12,6	B	16,6	B
Testigo	2,33	B	3,2	B	8,6	B	12,5	B

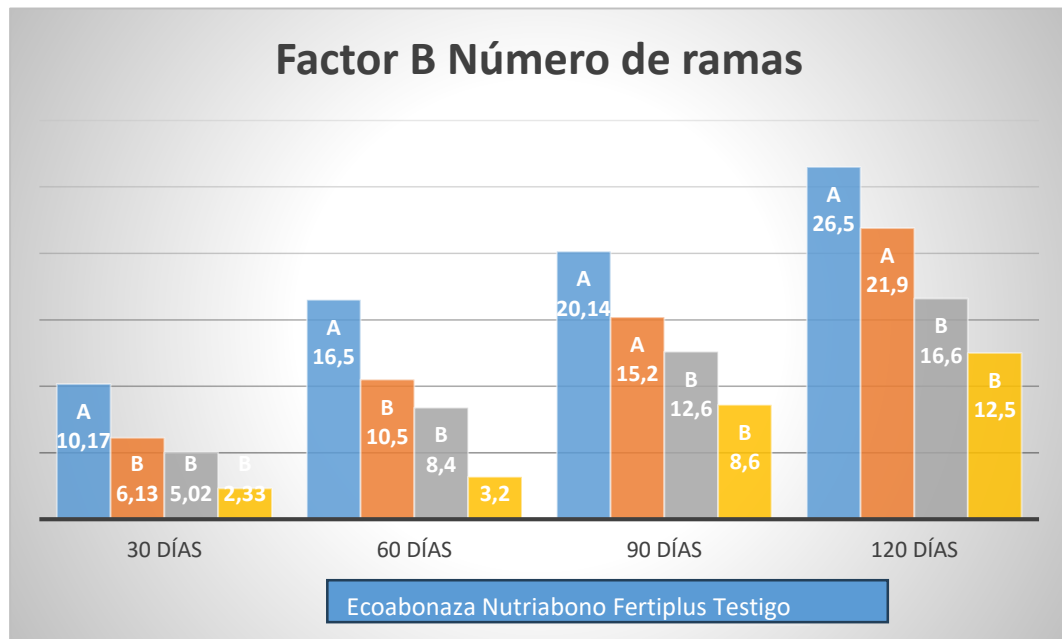
**Elaborado por:** (Broncano, 2023)

En la tabla 17, en la prueba de Tukey al 5% se observaron dos rangos de significación estadística alcanzados por cada uno del Factor B establecidos, donde a los 30 días el primer rango es el (ecoabonaza) con una media de 10,17 unidades en el Factor B y en último lugar se llevó el (testigo) con una media de 2,33 unidades a los 60 días el primer rango es el (ecoabonaza) con una media de 16,5 unidades en el Factor B y en último lugar se llevó el (testigo) con una media de 3,2 unidades, a los 90 días el primer rango es el (ecoabonaza) con una media de 20,14 unidades en el Factor B y en último lugar se llevó el (testigo) con una media de 8,6 unidades, a los 120 días el primer rango es el (ecoabonaza) con una media de 26,5 unidades en el Factor B y en último lugar se llevó el (testigo) con una media de 12,5 unidades.

Según (Mancilla, 2016) el uso de abonos orgánicos como la ecoabonaza que se deriva de la pollinaza es una fuente de materia orgánica en especial de Nitrógeno, útil para el suelo, producto de lo cual ha mejorado su estructura y proveído los elementos nutricionales para el buen desarrollo y crecimiento de ramas y hojas útiles para que plantas puedan realizar la fotosíntesis, respirar y producir los alimentos.

Por otro lado, la falta de micro y macroelementos que contiene los abonos orgánicos ha ocasionado en la planta la interrupción en su normal crecimiento afectando a la proliferación de ramas y hojas.

**Gráfico 5.** Variable del número de ramas



### 3.5 Variable de número de hojas de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 1.

**Tabla 18.** Número de hojas

		30 días	60 días	90 días	120 días
F.V.	GL	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor
Tratamiento	17	0,3996	sn	0,4306	sn
Repeticiones	2	0,6427	sn	0,3741	sn
Factor A	3	0,0023	**	0,0004	**
Factor B	3	0,2335	sn	0,2311	sn
Factor A*B	9	0,6761	sn	0,1938	sn
Error	30	7,94	1,37	2,11	5,37
Total	47				
CV		17,21	15,86	16,2	14,6

**Elaborado por:** (Broncano, 2023)

En el análisis de varianza se establece una significación estadística para el número de hojas a los 30, 60, 90 y 120 días, existió significancia estadística en la fuente de variación del Factor A, el coeficiente de variación fue de 17,21%, 15,86%, 16,2%, 14,6% para el resto de las fuentes de variación no presenta significación, lo que indica que por lo menos uno de todos los tratamientos se comporta de manera distinta, por lo que se hace una prueba de Tukey.

**Tabla 19.** Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas

	<b>30 días</b>		<b>60 días</b>		<b>90 días</b>		<b>120 días</b>	
<b>Factor A</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
Retama	7,42	A	9,42	A	10,92	A	12,92	A
tilo	6,58	A	9,42	B	10,17	A	12,37	A
Malva	6,17	B	9,38	B	10,05	B	12,2	B
Aliso	6,58	B	9,5	B	9,83	B	10,83	B

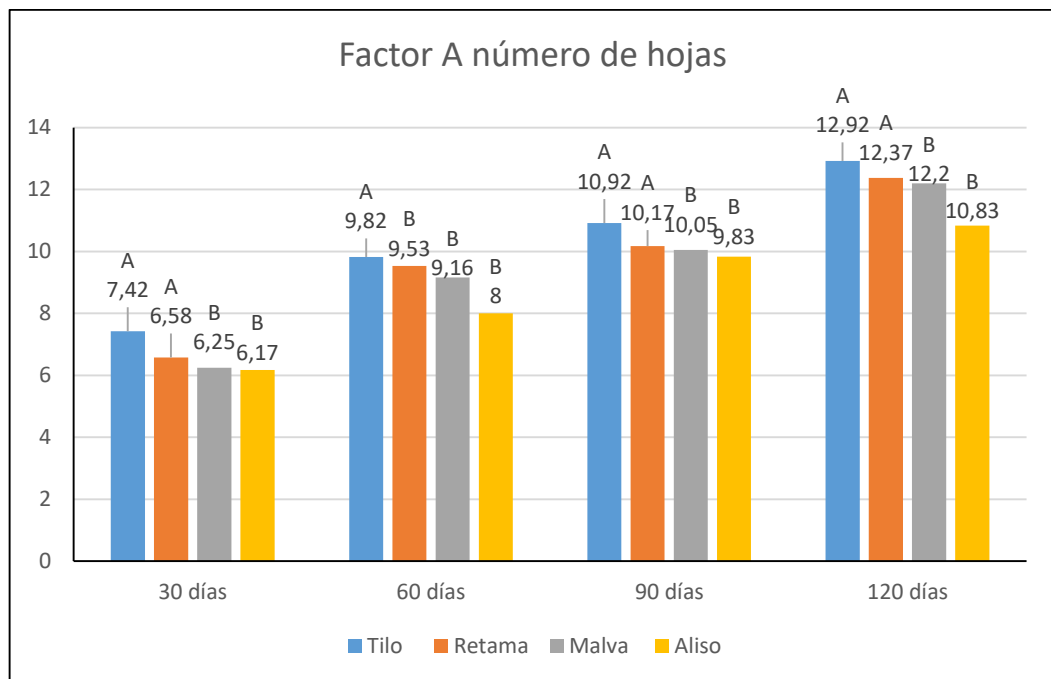
**Elaborado por:**(Broncano,2023)

En la tabla 19, en la prueba de Tukey al 5% se observó un rango de significación estadística alcanzados por cada uno del Factor A establecidos, donde a los 30 días el primer rango es la (retama) con una media de 7,42 unidades en el Factor A y en último lugar se llevó el (aliso) con una media de 6,58 unidades. A los 60 días el primer rango es la (retama) con una media de 9,42 unidades en el Factor A y en último lugar se llevó el (aliso) con una media de 9,5 unidades. A los 90 días el primer rango es la (retama) con una media de 10,92 unidades en el Factor A y en último lugar se llevó el (aliso) con una media de 9,83 unidades. A los 120 días el primer rango es la (retama) con una media de 12,92 unidades en el Factor A y en último lugar se llevó el (aliso) con una media de 10,83 unidades. Como podemos observar en este parámetro tomado a los 30, 60, 90 y 120 la retama ocupa el primer rango debido que esta especie es una leguminosa que aporta Nitrógeno al suelo ya que la relevancia fisiológica de este elemento para las plantas está claramente ejemplificada por sus efectos sobre el crecimiento de las hojas, la senescencia, la arquitectura del sistema radicular y el tiempo de floración, entre otros aspectos. Por

lo contrario, el aliso ha ocupado el último lugar debido a que sus hojas son caducifolias e implica la renovación de su follaje.

Según (Grajales Atehortúa et al., 2015) se refiere a que la especie vegetal retama acelera los procesos de descomposición y fija el nitrógeno en los suelos, sus raíces segregan auxinas, que contribuyen a la fertilidad del suelo, mejorando el desarrollo de la vida vegetal, mientras que el aliso por su capacidad de producir bastante material orgánico rico en Nitrógeno, se puede considerar una de las especies más importantes para la recuperación de los suelos.

**Gráfico 6.** Variable del número de hojas



**3.6 Variable del peso del suelo de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 1.**

**Tabla 20.** Peso del suelo

F.V.	GL	30 días		60 días		90 días		120 días	
		p-valor	sn	p-valor	sn	p-valor	sn	p-valor	sn
Tratamiento	17	0,1717	sn	0,8585	sn	0,4555	sn	0,5827	sn
Repeticiones	2	0,3287	sn	0,5147	sn	0,2435	sn	0,4545	sn
Factor A	3	0,0091	**	0,0049	**	0,0085	**	0,0059	**
Factor B	3	0,3278	sn	0,2296	sn	0,9884	sn	0,8854	sn
Factor A*B	9	0,2799	sn	0,9467	sn	0,2178	sn	0,9598	sn
Error	30	0,21		0,98		0,76		0,84	
Total	47								
CV		4,26		8,99		7,74		7,99	

**Elaborado por: (Broncano, 2023)**

En el análisis de varianza se establece una significación estadística para el peso del suelo a los 30, 60, 90 y 120 días, existió significancia estadística en la fuente de variación en Factor A, El coeficiente de variación fue de 4,26%, 8,99%, 7,74%, 7,99% para el resto de las fuentes de variación no presenta significación, lo que indica que por lo menos uno de todos los tratamientos se comporta de manera distinta, por lo que se hace una prueba de Tukey.

**Tabla 21.** Prueba de Tukey al 5% para el peso del suelo

Factor A	30 días		60 días		90 días		120 días	
	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos
Tilo	10,84	A	11,26	A	11,48	A	11,63	A
Retama	10,83	B	10,95	B	11,38	A	11,54	A
Malva	10,77	B	10,95	B	11,35	B	11,51	B
Aliso	10,71	B	10,83	B	10,98	B	11,32	B

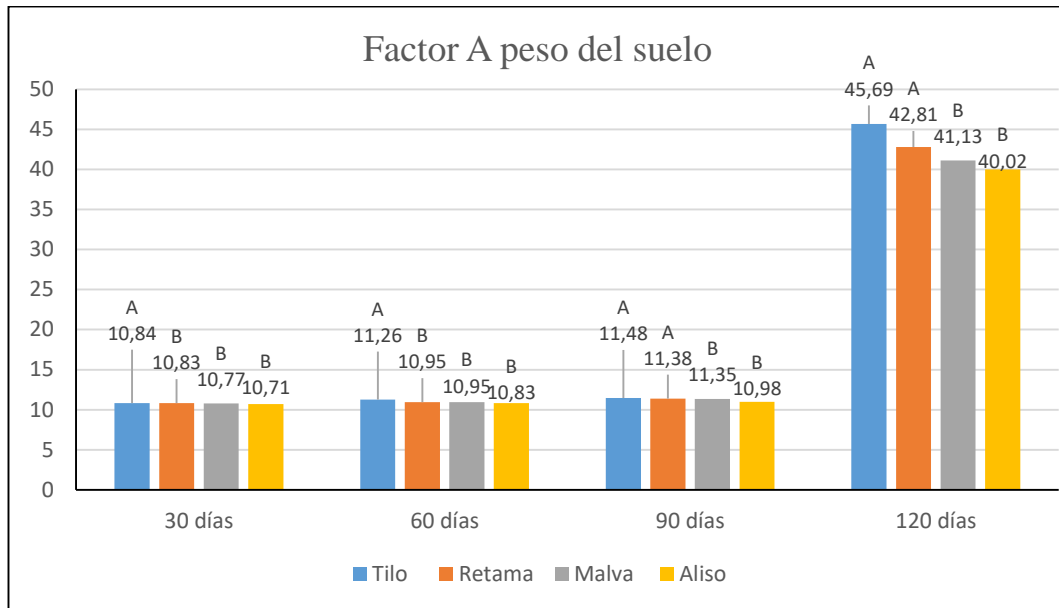
**Elaborado por: (Broncano,2023)**



En la tabla 21, en la prueba de Tukey al 5% se observó dos rangos de significación estadística alcanzados por cada uno del Factor A establecidos, donde a los 30 días el primer rango es el (tilo) con una media de 10,84 kg. en el Factor A y en último lugar se llevó el (aliso) con una media de 10,71 kg. a los 60 días el primer rango es el (tilo) con una media de 11,26 kg. en el Factor A y en último lugar se llevó el (aliso) con una media de 10,83 kg. a los 90 días el primer rango es el (tilo) con una media de 11,48 kg. en el Factor A y en último lugar se llevó el (aliso) con una media de 10,71 kg. a los 120 días el primer rango es el (tilo) con una media de 11,63 kg. en el Factor A y en último lugar se llevó el (aliso) con una media de 11,32 kg. el peso del suelo tomado conjuntamente con la planta de tilo a los 30, 60, 90 y 120 días ha ocupado el primer rango debido a que esta especie ha sido propagado de manera asexual o sea mediante material vegetativo de consistencia leñosa (estacas) donde se forman muchas raíces adventicias de manera espontánea, por otro lado el aliso ha ocupado el último rango en el parámetro peso del suelo debido a que esta especie es más liviana por su propagación por semillas y por tener un sistema radical poco profundo.

Según (Pic et al., 2015) se refiere a que la especie vegetal tilo acelera los procesos de descomposición y fija el Nitrógeno en los suelos, sus raíces segregan auxinas, que contribuyen a la fertilidad del suelo, mejorando el desarrollo de la vida vegetal, posee un sistema radicular profundo y ancho eso permite que sostenga más suelo, mientras que el aliso por su capacidad de producir bastante material orgánico rico en Nitrógeno, se puede considerar una de las especies más importantes para la recuperación de suelos, por su sistema radicular poco desarrollado.

**Gráfico 7.** Variable del peso del suelo



**3.7 Variable de la longitud de la raíz de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 2.**

**Tabla 22.** Longitud de la raíz

		30 días		60 días		90 días		120 días	
F.V.	GL	p-valor	sn	p-valor	sn	p-valor	sn	p-valor	sn
Tratamiento	17	0,3771	sn	0,6432	sn	0,2426	sn	0,5421	sn
Repeticiones	2	0,3475	sn	0,2482	sn	0,9011	sn	0,3987	sn
Factor A	3	0,9631	sn	0,3666	sn	0,7337	sn	0,9772	sn
Factor B	3	0,0004	**	0,0001	**	0,0044	**	0,0001	**
Factor A*B	9	0,9346	sn	0,2207	sn	0,4905	sn	0,8689	sn
Error	30	9,82		25,05		47,27		42,85	
Total	47								
CV		21,8		23,67		19,92		25,36	

**Elaborado por:** (Broncano, 2023)

En el análisis de varianza se establece una significación estadística para la longitud de la raíz a los 30, 60, 90 y 120 días, existió significancia estadística en la fuente de

variación del Factor B, el coeficiente de variación fue de 21,8%, 23,67%, 19,92%, 25,36% para el resto de las fuentes de variación no presenta significación, lo que indica que por lo menos uno de todos los tratamientos se comporta de manera distinta, por lo que se hace una prueba de Tukey.

**Tabla 23.** Prueba de Tukey al 5% para la longitud de la raíz

Factor B	30 días		60 días		90 días		120 días	
	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos
Nutriabono	16,25	A	29,25	A	30,83	A	34,25	A
Fertiplus	15,83	A	21,83	B	24,75	B	23,83	B
Ecoabonaza	14,83	B	19,83	B	20,33	B	22,67	B
Testigo	10,58	B	13,67	B	19,08	B	21	B

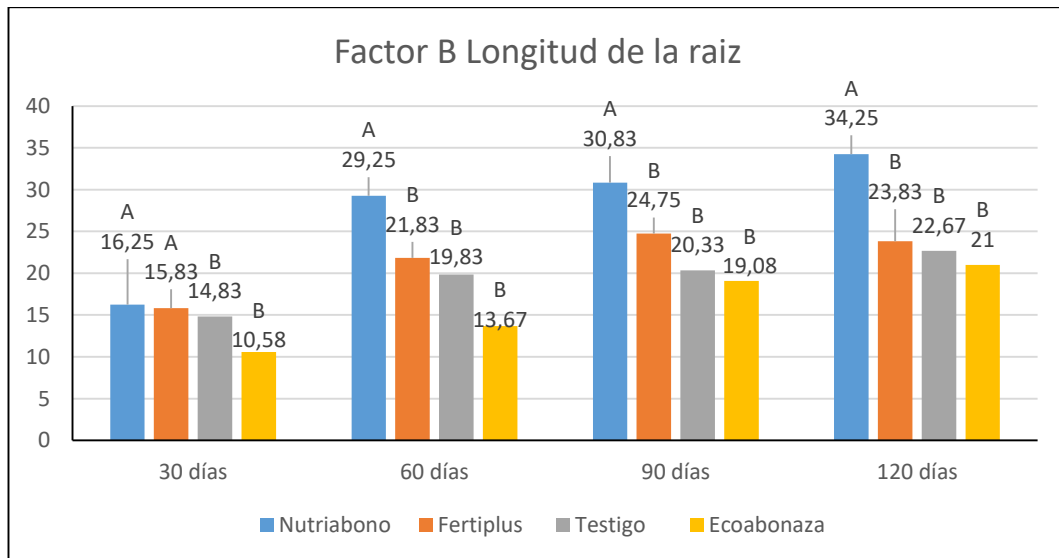
**Elaborado por:(Broncano, 2023)**

En la tabla 23, en la prueba de Tukey al 5% se observó dos rangos de significación estadística alcanzados por cada uno del Factor B establecidos, donde a los 30 días el primer rango es el (nutriabono) con una media de 16,25 cm., en el Factor B y en último lugar se llevó el (testigo) con una media de 10,58 cm., a los 60 días el primer rango es el (nutriabono) con una media de 29,25 cm., en el Factor B y en último lugar se llevó el (testigo) con una media de 13,67 cm., a los 90 días el primer rango es el (nutriabono) con una media de 30,83 cm en el Factor B y en último lugar se llevó el (testigo) con una media de 10,58 cm., a los 120 días el primer rango es el (nutriabono) con una media de 34,25 cm. en el Factor B y en último lugar se llevó el (testigo) con una media de 21 cm., para este parámetro el nutriabono a los 30, 60, 90 y 120 días ha actuado de mejor manera ocupando el primer rango debido a que este abono es un es un biofertilizante 100% natural, compost maduro elaborado a base de residuos vegetales (frutas y verduras) e inoculado con microorganismos en estado latente que nos permite ofrecer un abono orgánico limpio que sirva de nutriente para las plantas. El alto contenido de nutrientes y materia orgánica garantizan mejoras y la recuperación de las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas de suelos desgastados y asegura la resistencia a sequías, por otro lado, el testigo ocupa el último rango en este

parámetro, debido a que el suelo esta desnutrido ya que con la incorporación del abono orgánico ha modificado la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos, mejorando la permeabilidad del suelo que influyen en el drenaje y aireación.

Según (Gayoso & Alarcón, 1999) se refiere a que el nutriabono al ser un biofertilizante 100% natural ayuda a garantizar y mejorar la recuperación de las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas de suelos desgastados y por ende al crecimiento radicular, mientras que es testigo esta al final ya que no posee materia orgánica.

**Gráfico 8.** Variable de la longitud de la raíz



**3.8 Variable del número de raíz secundarias de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 1.**

**Tabla 24.** Número de raíces secundarias

		30 días		60 días		90 días		120 días	
F.V.	GL	p-valor		p-valor		p-valor		p-valor	
Tratamiento	17	0,0071	sn	0,0002	sn	0,0026	sn	0,0031	sn
Repeticiones	2	0,3475	sn	0,2482	sn	0,9011	sn	0,3987	sn
Factor A	3	0,0071	**	0,0002	**	0,0026	**	0,0031	**
Factor B	3	0,1704	sn	0,1532	sn	0,6144	sn	0,2031	sn
Factor A*B	9	0,9346	sn	0,2207	sn	0,4905	sn	0,8689	sn
Error	30	9,82		25,05		47,27		42,85	
Total	47								
CV		21,8		23,67		29,89		25,73	

**Elaborado por:** (Broncano, 2023)

En el análisis de varianza se establece una significación estadística para el número de raíces secundarias a los 30, 60, 90 y 120 días, existió significancia estadística en la fuente de variación en el Factor A, el coeficiente de variación fue de 21,8%, 23,67%, 29,89%, 25,73% para el resto de las fuentes de variación no presenta significación, lo que indica que por lo menos uno de todos los tratamientos se comporta de manera distinta, por lo que se hace una prueba de Tukey.

**Tabla 25.** Prueba de Tukey al 5% para el número de raíces secundarias

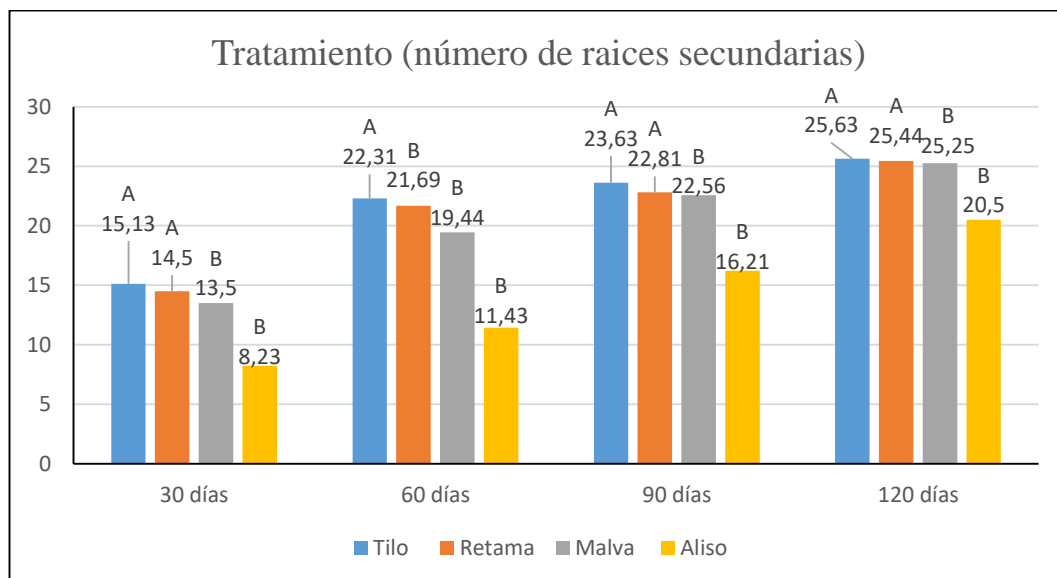
Factor A	30 días		60 días		90 días		120 días	
	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos
Tilo	15,13	A	22,31	A	23,63	A	25,63	A
Retama	14,5	A	21,69	B	22,81	A	25,44	A
Malva	13,5	B	19,44	B	22,56	B	25,25	B
Aliso	8,23	B	11,43	B	16,21	B	20,5	B

**Elaborado por:** (Broncano, 2023)

En la tabla 25, en la prueba de Tukey al 5% se observó dos rangos de significación estadística alcanzados por cada uno de los tratamientos establecidos, donde a los 30 días el primer rango es el (tilo) con una media de 15,13 unidades en los tratamientos y en último lugar se llevó el (aliso) con una media de 8,23 unidades, a los 60 días el primer rango es el (tilo) con una media de 22,31 unidades en los tratamientos y en último lugar se llevó el (aliso) con una media de 11,43 unidades, a los 90 días el primer rango es el (tilo) con una media de 23,63 unidades en los tratamientos y en último lugar se llevó el (aliso) con una media de 16,21 unidades, a los 120 días el primer rango es el (tilo) con una media de 25,63 unidades en los tratamientos y en último lugar se llevó el (aliso) con una media de 20,5 unidades. Como podemos observar en este parámetro tomado a los 30, 60, 90 y 120 el tilo ocupa el primer rango debido que esta especie acelera los procesos de descomposición y fija el Nitrógeno en los suelos, en tanto que sus raíces segregan auxinas (hormonas de las plantas), que contribuyen a un mejor desarrollo de toda la planta incluida sus raíces.

Según (Gutiérrez, M.V, 2001) las raíces tanto del tilo como del aliso son de gran importancia en la determinación de la estructura y el contenido de materia orgánica del suelo y de los cambios en su porosidad. Son capaces de modificar el funcionamiento de la parte aérea (específicamente de las hojas) acorde a los eventos subterráneos que afectan a las raíces, a través de la producción y la transmisión de señales hidráulicas, químicas, y hormonales (ABA, citoquininas, minerales implicados en los movimientos estomáticos).

**Gráfico 9.** Variable del número de raíces secundarias



**3.9 Variable del volumen de raíz de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 1.**

**Tabla 26.** Volumen de la raíz

		30 días		60 días		90 días		120 días	
F.V.	GL	p-valor	sn	p-valor	sn	p-valor	sn	p-valor	sn
Tratamiento	17	0,1044	sn	0,7049	sn	0,3902	sn	0,1676	sn
Repeticiones	2	0,3993	sn	0,4928	sn	0,6763	sn	0,6211	sn
Factor A	3	0,0083	*	0,0023	**	0,0002	*	0,0033	*
Factor B	3	0,2031	sn	0,7256	sn	0,3592	sn	0,3581	sn
Factor A*B	9	0,8016	sn	0,3965	sn	0,2961	sn	0,9697	sn
Error	30	0,1		0,53		0,37		2,24	
Total	47								
CV		16,6		36,82		24,07		29,44	

**Elaborado por:** (Broncano, 2023)

En el análisis de varianza se establece una significación estadística para el volumen de la raíz a los 30, 60, 90 y 120 días, existió significancia estadística en la fuente de variación del Factor A, el coeficiente de variación fue de 16,6%, 36,82%, 24,07%,

29,44% para el resto de fuentes de variación no presenta significación, lo que indica que por lo menos uno de todos los tratamientos se comporta de manera distinta, por lo que se hace una prueba de Tukey.

**Tabla 27.** Prueba de Tukey al 5% para el volumen de la raíz

Factor A	30 días		60 días		90 días		120 días	
	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos
Aliso	2,04	A	2,08	A	2,75	A	5,25	A
Malva	2	A	2,1	B	2,58	A	5,17	A
Retama	1,96	B	2	B	2,42	B	5,08	B
Tilo		B	1,87	B	2,33	B	4,83	B

**Elaborado por:** (Broncano, 2023)

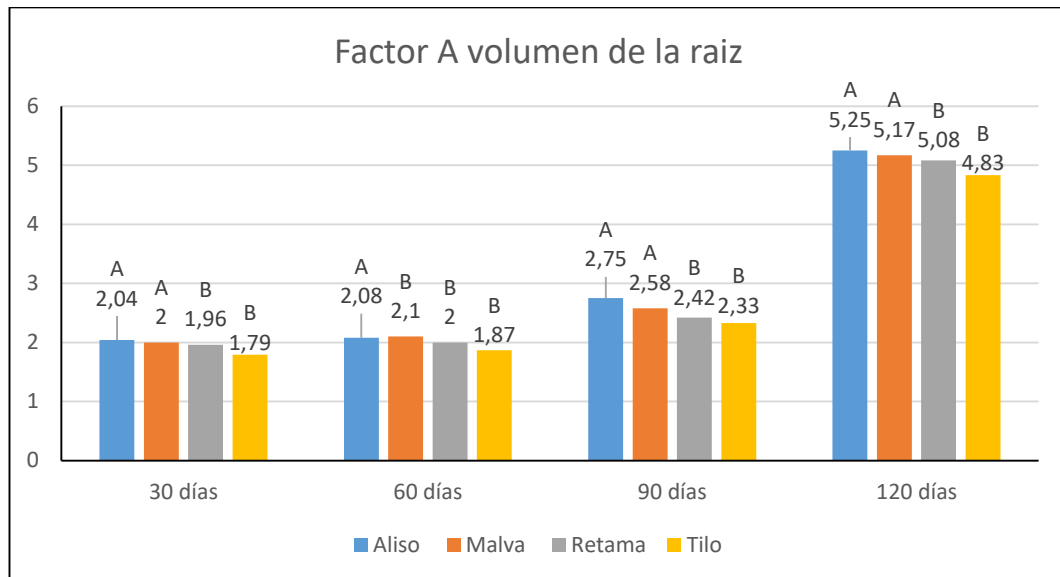
En la tabla 27, en la prueba de Tukey al 5% se observó dos rangos de significación estadística alcanzados por cada uno del Factor A establecidos, donde a los 30 días el primer rango es el (aliso) con una media de 2,04 ml. en los tratamientos y en último lugar se llevó el (tilo) con una media de 1,79 ml., a los 60 días el primer rango es el (aliso) con una media de 2,08 ml. en los tratamientos y en último lugar se llevó el (tilo) con una media de 1,87 ml. a los 90 días el primer rango es el (aliso) con una media de 2,75 ml. en los tratamientos y en último lugar se llevó el (tilo) con una media de 2,33 ml. a los 120 días el primer rango es el (aliso) con una media de 5,25 ml. en los tratamientos y en último lugar se llevó el (tilo) con una media de 4,83 ml. el aliso ocupó el primer lugar en este parámetro en a los 30, 60, 90 y 120 días debido que esta especie es considerada árbol de grandes dimensiones cuyo tronco principal y raíces son voluminosas para mantenerlo firme, por otro lado, el tilo por ser una especie de menor tamaño considerada arbustiva su sistema radicular y demás partes vegetativas son de menor tamaño.

Según (Grajales Atehortúa et al., 2015) se refiere a que la especie vegetal tilo acelera los procesos de descomposición y fija el Nitrógeno en los suelos, sus raíces segregan auxinas, que contribuyen a la fertilidad del suelo, mejorando el desarrollo de la vida vegetal, mientras que el aliso por su capacidad de producir bastante



material orgánico rico en Nitrógeno, se puede considerar una de las especies más importantes para la recuperación de los suelos.

**Gráfico 10.** Variable del volumen de la raíz



**3.10 Variable del peso de la raíz de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 1.**

**Tabla 28.** Peso de la raíz

		30 días	60 días	90 días	120 días				
F.V.	GL	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor				
Tratamiento	17	0,5441	sn	0,5691	sn	0,8018	sn	0,1874	sn
Repeticiones	2	0,2201	sn	0,5139	sn	0,3586	sn	0,5112	sn
Factor A	3	0,7063	sn	0,7547	sn	0,5456	sn	0,4999	sn
Factor B	3	0,0045	**	0,0001	**	0,0068	**	0,0093	**
Factor A*B	9	0,6434	sn	0,8635	sn	0,9952	sn	0,4382	sn
Error	30	1,32		2,78		2,53		2,55	
Total	47								
CV		19,5		23,28		21,95		17,62	

**Elaborado por:** (Broncano, 2023)

En el análisis de varianza se establece una significación estadística para el peso de las raíces a los 30, 60, 90 y 120 días, existió significancia estadística en la fuente de variación del Factor B, El coeficiente de variación fue de 19,5%, 23,28%, 21,95%, 17,62%, para el resto de las fuentes de variación no presenta significación, lo que indica que por lo menos uno de todos los tratamientos se comporta de manera distinta, por lo que se hace una prueba de Tukey.

**Tabla 29.** Prueba de Tukey al 5% para el peso de la raíz

Factor B	30 días		60 días		90 días		120 días	
	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos
Ecoabonaza	6,28	A	8,33	A	9,5	A	10,42	A
Fertiplus	6,1	A	7,08	A	8	B	9,17	A
Nutriabono	5,81	B	6,67	B	7,5	B	8,42	B
Testigo	5,36	B	6,58	B	6,92	B	8,25	B

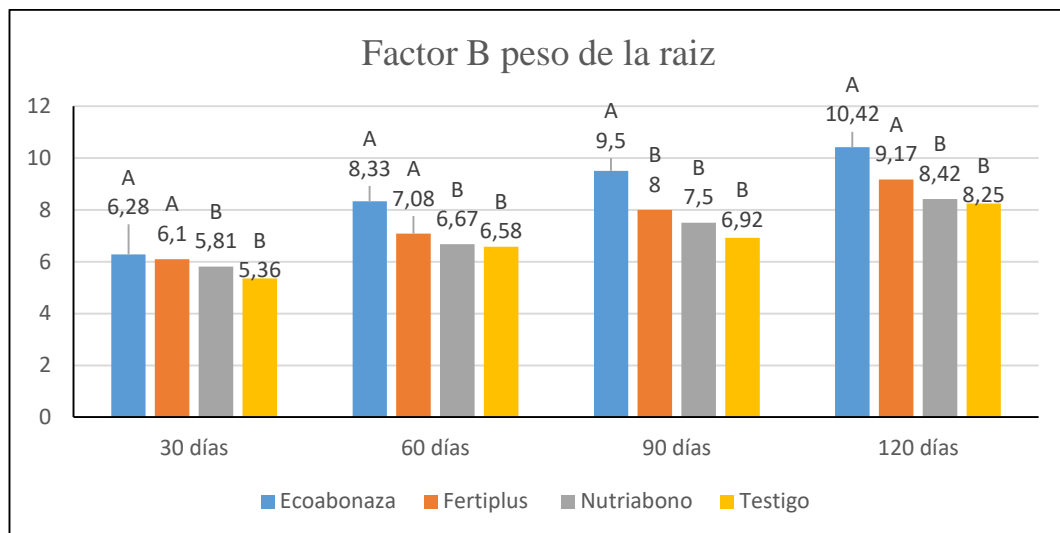
**Elaborado por:** (Broncano, 2023)

En la tabla 29, en la prueba de Tukey al 5% se observó dos rangos de significación estadística alcanzados por cada uno del Factor B establecidos, donde a los 30 días el primer rango es el (ecoabonaza) con una media de 6,28 gr. en los tratamientos y en último lugar se llevó el (testigo) con una media de 5,36 gr. a los 60 días el primer rango es el (ecoabonaza) con una media de 8,33 gr. en los tratamientos y en último lugar se llevó el (testigo) con una media de 6,58 gr. a los 90 días el primer rango es el (ecoabonaza) con una media de 9,5 gr. en los tratamientos y en último lugar se llevó el (testigo) con una media de 6,92 gr. a los 120 días el primer rango es el (ecoabonaza) con una media de 10,42 gr. en los tratamientos y en último lugar se llevó el (testigo) con una media de 8,25 gr. el ecoabonaza por ser un abono orgánico con un alto contenido de Nitrógeno ha hecho que tengan una gran cantidad de prominencias que se produce en las raíces, sobre todo de las leguminosas, que son el resultado de la infección simbiótica entre bacterias que fijan el Nitrógeno como rhizobium. Por lo contrario, la falta de fertilización no solo exhibe un crecimiento lento, sino que también presentan un

bajo vigor y tienen un mayor riesgo de sufrir ataques por parte de insectos y de enfermedades.

Según (Gutiérrez, M.V, 2001) las raíces son de importancia en la determinación de la estructura y el contenido de materia orgánica del suelo y de los cambios en su porosidad. Son capaces de modificar el funcionamiento de la parte aérea, el abono orgánico ecoabonaza el cual por su alto contenido mejora la estructura de los mismos y provee de elementos nutricionales para el desarrollo apropiado de los cultivos.

**Gráfico 11.** Variable del peso de las raíces



**3.11 Interpretación de las propiedades químicas análisis inicial y análisis final del suelo de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 3.**

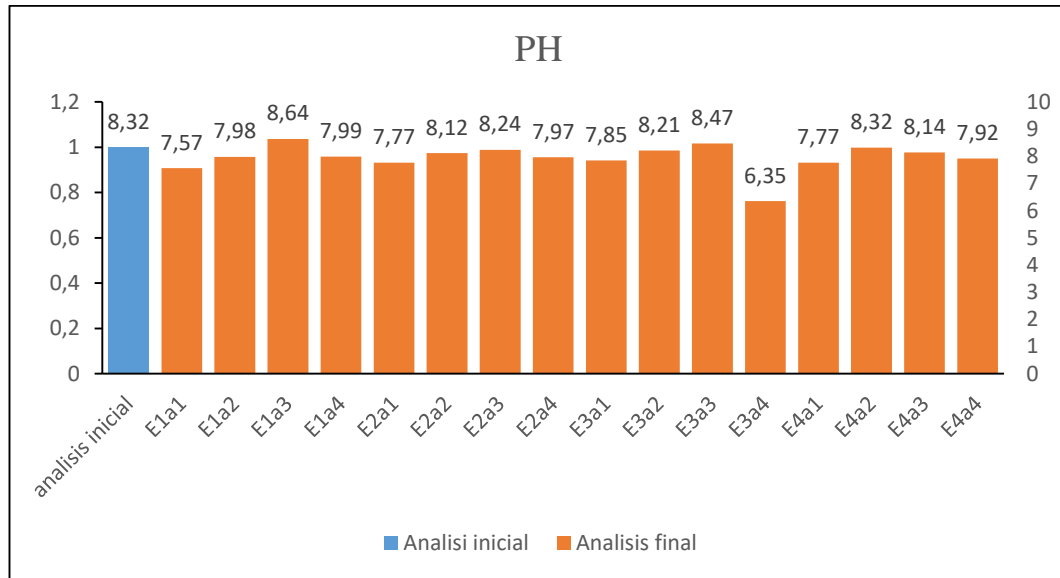
**Tabla 30.** Interpretación de las propiedades químicas análisis inicial y análisis final.

Unidad de medida		%	pp m	pp m	meq/100m l	meq/100m l	meq/100m l	CE	Ca/Mg	Mg/k	(Ca+Mg)/k
Nutriente	PH	MO	N	P	K	Ca	Mg				
Análisis inicial	8,32	2,21	0,13	94	0,27	8,3	3,2	0,81	2,6	11,9	42,8
E1a1	7,57	2,84	0,16	76,1	0,28	7,9	2,3	1,32	3,4	8,2	36,4
E1a2	7,98	2,74	0,12	179	0,17	7	2	0,98	3,6	11,5	52,6
E1a3	8,64	2,64	0,12	10	0,19	7,5	2,2	0,75	3,4	11,6	51,3
E1a4	7,99	3,21	0,12	6	0,21	8,5	3,1	0,71	2,7	14,9	55,1
E2a 1	7,77	2,58	0,06	84,6	0,19	9,3	2,4	1,1	3,9	12,5	61,7
E2a 2	8,12	2,64	0,08	135	0,21	7,5	1,9	1,1	4,1	8,9	44,8
E2a3	8,24	1,76	0,1	87	0,16	6,3	2,3	0,85	2,8	14,3	53,6
E2a4	7,97	2,29	0,09	9	0,16	8,4	2	0,8	4,2	12,4	64,6
E3a1	7,85	3,01	0,14	84,6	0,19	6,4	1,9	1,25	3,4	9,8	43,5
E3a2	8,21	3,21	0,12	160	0,21	5,4	1,8	0,8	2,9	8,8	34,3
E3a3	8,47	1,98	0,08	87	0,19	6,9	2,4	0,9	2,9	12,5	48,7
E3a4	6,35	2,24	0,11	10	0,17	7	1,9	0,69	3,7	11,1	52,2
E4a1	7,77	2,1	0,14	88	0,21	6,8	1,9	1,21	3,7	8,8	41,4
E4a2	8,32	2,21	0,08	151	0,11	6,4	1,5	0,79	4,4	13,2	71
E4a3	8,14	2,21	0,09	9	0,16	7,2	2,4	0,7	3,1	14,8	59,8
E4a4	7,92	2,01	0,08	11	0,14	7	1,9	0,78	3,8	13,4	63,6

**Fuente:** (Total Chem Lab)

**3.12 Interpretación del resultado inicial y final del pH del suelo de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 3.**

**Gráfico 12.** Interpretación del resultado inicial y final del PH del suelo



**Elaborado por:** (Broncano,2023)

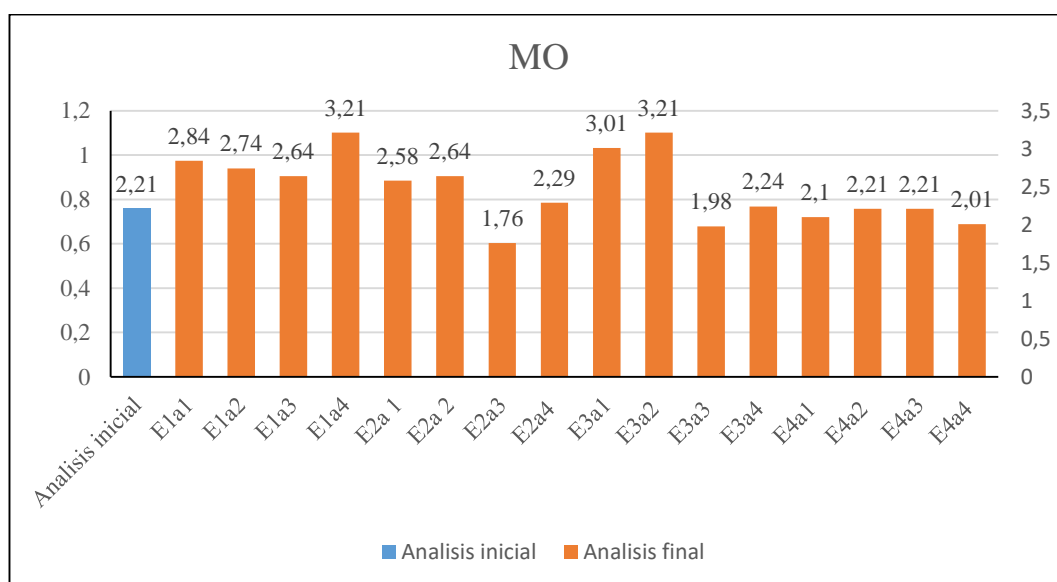
De acuerdo al gráfico 12 a partir de los resultados de análisis de suelo inicial se observó que el suelo presentaba una alcalinidad de 8,32 el cual impidió que la planta absorba buena parte de los nutrientes del suelo. De acuerdo con el análisis final se observó que el pH del suelo aumentó en caso de los tratamientos E1a3 (aliso+ nutriabono) con un pH de 8,64 y E3a3 (tilo + nutriabono) con un pH de 8,47, también se observó que el pH del suelo bajó en el tratamiento E3a4 (tilo + testigo) a 6.35, esto se debe a que la acidez del suelo es el proceso de mineralización de la materia orgánica se ralentiza e incluso puede detenerse por completo ya que la actividad microbiana disminuye en condiciones de pH bajo. Esto resulta en una menor disponibilidad del Nitrógeno y Fósforo.

Según (María & Pareja, 2005) el pH es un indicador del proceso de un buen trabajo microbiano, además un buen aporte de materia orgánica al suelo, con lo cual aumenta su capacidad de retención de agua, así como por ser una fuente rica en

elementos nutritivos para las plantas y por lo mismo altera el pH de forma positiva, el pH del suelo es una de las muchas condiciones ambientales que mejora la calidad del crecimiento de la planta.

**3.13 Interpretación del resultado de la materia orgánica de la investigación:  
Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 3.**

**Gráfico 13.** Interpretación del resultado inicial y final de la materia orgánica



**Elaborado por:** (Broncano,2023)

De acuerdo al gráfico 13 a partir de los resultados de análisis de suelo inicial obtenidos se observó que el suelo presentaba un porcentaje de materia orgánica del 2.21%. De acuerdo al análisis final se observó que el porcentaje de materia orgánica aumentó a 3.21 en los tratamientos E1a4 (aliso + testigo) y E3a2 (tilo + fertiplus).

En relación al análisis inicial el tratamiento (aliso+ ecoabonaza) E1a1, tuvo un aumento a 2,84%; presentando un cambio significativo, en el tratamiento E1a2 (aliso + fertiplus) también se generó un aumento 2,74%; en el tratamiento E1a3 (aliso + nutriabono) hubo un aumento significativo a 2,64%; en el tratamiento E3a4

(tilo + ecoabonaza) presentó una variación de 3.21 % donde nos indica que este tratamiento fue un gran aporte para el suelo mejorando fertilidad.

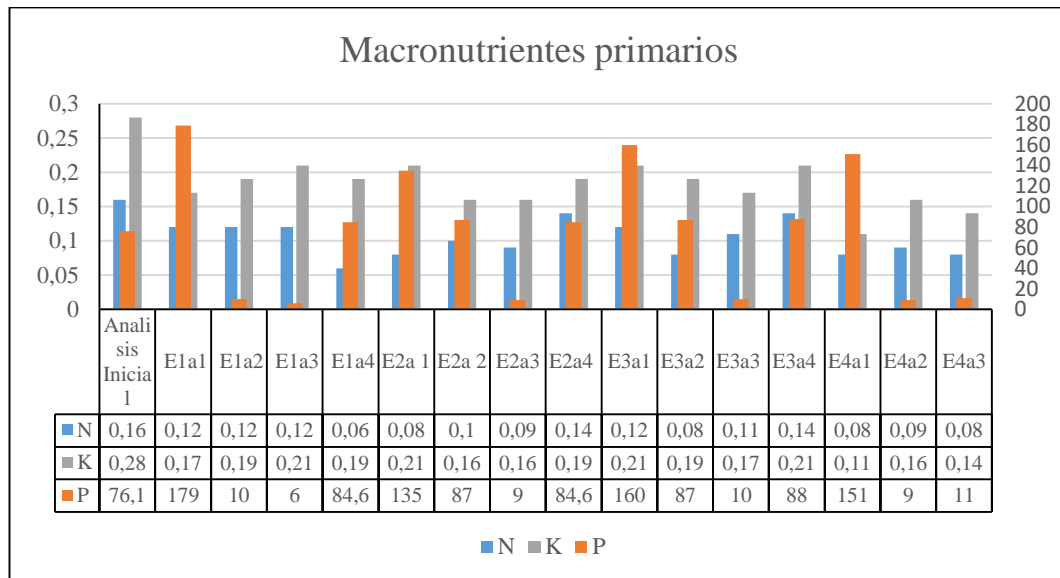
En el tratamiento E2a1 (malva + ecoabonaza) hubo un aumento pasando de 2.58%; en el tratamiento E2a2 (malva + fertiplus) se generó un aumento de 2,64%; en el tratamiento E2a3 (malva + nutriabono) hubo un descenso de 1.76%; en el tratamiento E2a4 (testigo) nos indica un descenso de materia orgánica de 2.29%. En el tratamiento E3a1 (tilo + ecoabonaza) hubo un aumento de 3,01% donde nos indica que hubo bastante variación por el tipo de abono utilizado como es la ecoabonaza; el tratamiento E3a2 (tilo + fertiplus) existe una variación alta de 3,21%. En el tratamiento E3a3 (tilo + nutriabono) donde existe 1.98% de igual manera existe una variación mínima y por último el testigo E3a4 (tilo + testigo) donde nos indica que no hubo mucha variación,

En el tratamiento E4a1 (retama + ecoabonaza) hubo un descenso de 2.10%. En el tratamiento E4a2 (retama + fertiplus) 2.21% no hubo variación de materia orgánica. En el tratamiento E4a3 (retama + nutriabono) 2.21% tampoco existió variación de y por último E4a4 el (retama +testigo) no tuvo cambios.

Según (López & Jacinto, 2018) el incremento de la materia orgánica al finalizar la investigación fue muy significativo para el suelo, la forma más directa de aumentar la materia orgánica es aplicando abonos orgánicos con dosificaciones representativa y una forestal. Los residuales orgánicos (de origen vegetal o animal) no se deben aplicar en forma fresca o natural como abonos orgánicos, sin antes sufrir un proceso de fermentación o maduración (compostaje aeróbico o anaeróbico), que los conviertan en humus o materia orgánica ya estabilizada). Con la incorporación de materia orgánica (ecoabonaza, fertiplus, nutriabono), se observó varios cambios, en la fertilidad del suelo (López & Jacinto, 2018)

**3.14 Interpretación del resultado inicial y final de los macronutrientes primarios de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 3.**

**Gráfico 14.** Interpretación del resultado inicial y final de los macronutrientes primarios



**Elaborado por:** (Broncano,2023)

En el gráfico 14, se presentó la variación entre el análisis inicial y el análisis final para el Nitrógeno (N), en el tratamiento aliso más ecoabonaza (E1a1) hubo un aumento de 0,13 a 0,16; en los siguientes tratamientos aliso + fertiplus (E1a2), aliso+ nutriabono (E1a3) y el tratamiento aliso + testigo (E1a4) no presentaron variaciones de 0,13 a 0,12.

En el tratamiento malva + ecoabonaza (E2a1) existió un descenso de 0,13 a 0,06; en el tratamiento malva + fertiplus (E2a2) se generó un descenso de 0,13 a 0,08, en el tratamiento malva + nutriabono (E2a3) hubo un descenso de 0,13 a 0,01; en el tratamiento malva + testigo (E2a4) nos indica un descenso de Nitrógeno de 0,13 a 0,09.

En el tratamiento tilo + ecoabonaza (E3a1) hubo un aumento de 0,13 a 0,14 donde nos indica que hubo variación; el tratamiento tilo + fertiplus (E3a2) existe un descenso de 0,13 a 0,12: en el tratamiento tilo + nutriabono (E3a3), donde existe



una disminución de 0.13 a 0.08 de igual manera existe una variación mínima y por último el tratamiento tilo + testigo (E3a4), donde nos indica que no hubo variación de 0.13 a 0.11.

En el tratamiento retama + ecoabonaza (E4a1) hubo un aumento de 0.13 a 0.14. El tratamiento retama + fertiplus (E4a2) no hubo variación de Nitrógeno de 0,13 a 0.08. El tratamiento retama + nutriabono (E4a3) no existió variación de 0.13 a 0,09 no hay mucha variación y por último retama + testigo (E4a4) no tuvo cambios.

El Nitrógeno a nivel general tuvo incrementos mínimos, si bien es cierto el Nitrógeno es influyente al desarrollo de las plantas en etapas iniciales, el Nitrógeno inorgánico es muy importante para la nutrición vegetal, por lo tanto, se puede decir que en la naturaleza existe una relación inversa entre la cantidad y la disponibilidad para las plantas de las distintas formas de Nitrógeno. Sin embargo, la baja disponibilidad del Nitrógeno orgánico del suelo asegura la existencia de una fuente de reserva de ese nutriente para la planta (Perdomo & Barbazán, 2007).

Fósforo (P) en los análisis inicial y final en relación con cada uno de los tratamientos, en el tratamiento aliso + coabonaza (E1a1), hubo un aumento de 76,1 a 94 ppm; en los siguientes tratamientos aliso + fertiplus (E1a2), aliso + nutriabono (E1a3) y el tratamiento aliso + testigo (E1a4) presentaron variaciones de 0,94 a 6.

En el tratamiento malva + ecoabonaza (E2a1) existió un descenso de 94 a 84.6 ppm; en el tratamiento malva + fertiplus (E2a2), se generó un descenso de 94 a 8,46ppm, en el tratamiento malva + nutriabono (E2a3) hubo un descenso de 94 a 83 ppm; en el tratamiento malva + testigo (E2a4) nos indica un aumento de Potasio de 94 a 98 ppm.

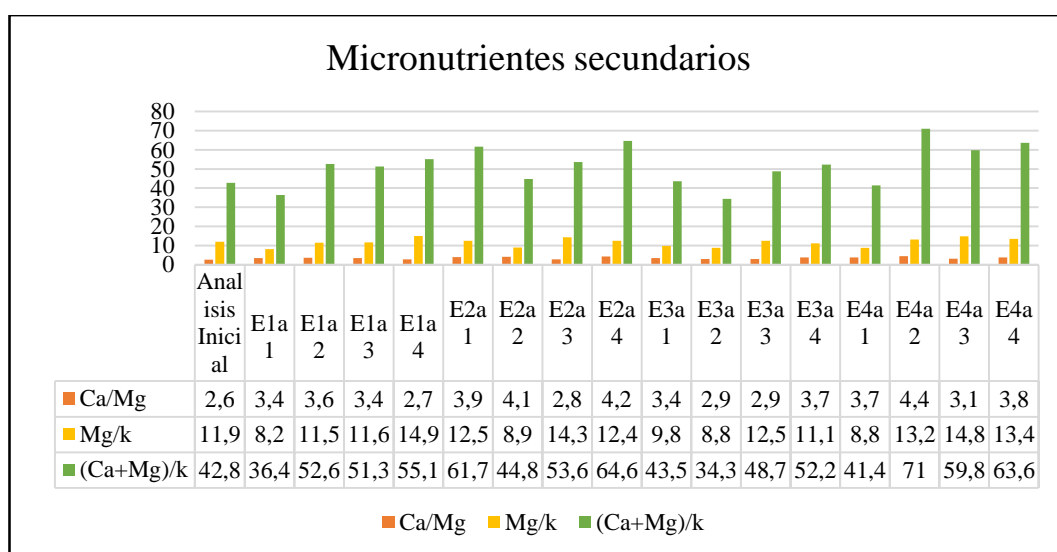
En el tratamiento tilo + ecoabonaza (E3a1) hubo una disminución de 94 a 84,6 donde nos indica que hubo variación; el tratamiento tilo + fertiplus (E3a2) existió un aumento de 94 a 160 ppm: en el tratamiento tilo + nutriabono (E3a3) existió una disminución de 94 a 87 de igual manera existe una variación mínima y por último el tratamiento tilo + testigo (E3a4), donde nos indica que hubo variación de 94 a 88.

En el tratamiento retama + ecoabonaza (E4a1) existió un descenso de 94 a 85 ppm; el tratamiento retama + fertiplus (E4a2) con una variación de 94 a 151; el tratamiento retama + nutriabono (E4a3) se observó una variación de 94 a 4 donde existió demasiada variación y por último retama + testigo (E4a4) con variación de 94 a 11.

A nivel de los tratamientos el Fósforo tuvo un protagonismo en la variación de esta investigación realizando un sembrío de plantas forestales con la combinación de abonos orgánicos, siendo el tratamiento aliso + fertiplus (E1a2), tilo + ecoabonaza (E3a1), tilo + fertiplus (E3a2) y por último retama + fertiplus (E4a2); siendo los más representativos, al ser un macronutriente de importancia para el desarrollo de las plantas, en la disponibilidad y efectividad del Fósforo en la nutrición vegetal inciden en gran medida las interacciones de este nutriente con otros elementos del suelo. En la mayor parte de los suelos tiene una pequeña cantidad de Fósforo disponible, la cual debe ser repuesta por una serie de procesos para que la planta pueda asimilar (Fernández, 2007).

### 3. 15 Análisis de los micronutrientes de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 3.

**Gráfico 15.** Interpretación del resultado inicial y final de los micronutrientes



**Elaborado por:** (Broncano,2023)

Los micronutrientes tuvieron ligeras modificaciones en el análisis de suelos en los diferentes tratamientos aplicados con las leguminosas debido a la interacción química que se dio en el suelo, a diferencia del Hierro que tiene un valor alto en el análisis inicial de ppm, mientras que en los demás tratamientos se observa una diferencia marcada con valores de 14 ppm. Aunque se encuentran presentes en nuestros suelos en cantidades muy pequeñas son elementos nutritivos necesarios para el desarrollo y crecimiento vegetal. Desempeñan un papel complejo en el sistema suelo asociado con otros procesos fundamentales en el que intervienen otros nutrientes. Los principales micronutrientes son el Ca, Mg, indispensables para las plantas y para los animales en baja concentración, ya que si alcanzan determinados niveles pueden resultar tóxicos para ambos, por lo que la falta en los suelos conlleva a una carencia mientras que su exceso a una toxicidad. Su carencia puede ser un factor limitante para el crecimiento y desarrollo de las plantas. (Feribox, 2020)

Además, su disponibilidad va a depender de un factor muy importante como es el pH que va a modificar su comportamiento en el suelo en función de su solubilidad, adsorción e inmovilidad. Se diferencian con los macronutrientes en la proporción que necesita la planta de ellos ya que en el caso de los micronutrientes es mucho menor. (Feribox, 2020)

**3.16 Clase textural de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 3.**

**Tabla 31.** Clase textural

Suelo	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural
E1a1	35	48	14	Franco
E1a2	47	40	12	Franco
E1a3	45	38	8	Franco
E1a4	40	36	16	Franco
E2a 1	38	42	15	Franco
E2a 2	43	52	14	Franco
E2a3	34	40	17	Franco
E2a4	42	45	8	Franco
E3a1	28	54	10	Franco
E3a2	35	30	12	Franco
E3a3	30	52	18	Franco
E3a4	46	48	15	Franco
E4a1	39	36	10	Franco
E4a2	24	32	16	Franco
E4a3	48	40	14	Franco
E4a4	45	45	9	Franco

**Elaborado por:** (Broncano, 2023)

Según (IICA, 1999) las raíces de las especies forestales y las hojas que desprenden son las que protegen al suelo de la erosión. Las hojas también ayudan a controlar malezas y a mejorar la estructura de los suelos, porque son fuente de materia orgánica. Las leguminosas son capaces de fijar Nitrógeno desde el aire, debido a su asociación simbiótica con la raíz y es donde se lleva a cabo la fijación de Nitrógeno atmosférico. (Castro Heredia, 2011) manifiesta que el abono orgánico aumenta el Nitrógeno del suelo, mejorando su estructura, dándole una mayor resistencia contra la erosión y una mejor permeabilidad, aireación y

capacidad para almacenar y suministrar agua a las plantas.

**3.17 Densidad real, aparente y la porosidad de la investigación: Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para dar cumplimiento al objetivo 3.**

**Tabla 32.** Densidad real, aparente y la porosidad

TRATAMIENTOS	DENSIDAD		
	Real	Aparente	Porosidad
E1a1	2,36	1,29	80,6
E1a1	2,34	1,26	80,5
E1a2	2,32	1,26	81,3
E1a3	2,26	1,25	80,2
E1a4	2,16	1,16	76,2
E2a 1	2,20	1,28	80,2
E2a 2	2,32	1,15	74,3
E2a3	2,40	1,24	81,5
E2a4	2,26	1,26	78,3
E3a1	2,36	1,18	72,3
E3a2	2,18	1,12	80,2
E3a3	2,43	1,23	81,6
E3a4	2,38	1,18	70,4
E4a1	2,16	1,20	76,4
E4a2	2,20	1,36	80,3
E4a3	2,52	1,52	80,1
E4a4	2,18	1,14	75,3

**Elaborado por:** (Broncano, 2023)

En la tabla 32 podemos observar que la densidad real y aparente de mayor valor son los tratamientos aliso + ecoabonaza (E1a1), malva + fertiplus (E2a2) y tilo +nutriabono (E3a3), siendo el tratamiento retama + testigo (E4a4) el de menor valor, en cuanto a porosidad el tratamiento retama + testigo (E4a4) es el de menor valor. Según diferentes autores los abonos orgánicos influyen directamente en las características de los suelos en la estructura, la densidad, la capacidad de retención de agua, velocidad de infiltración y aireación. Siendo el principal efecto sobre la estructura del suelo a través de la agregación de materia

orgánica, incidiendo en el aumento de la porosidad (Barrera, 2015). El mejoramiento de la estructura del suelo y la capacidad de infiltración puede resultar en un mejoramiento tanto de la producción como de la conservación del suelo. Las mejoras en la administración de cultivos, tales como una plantación temprana, una densidad óptima, el dejar los residuos de las cosechas en la superficie y el uso de leguminosas, reducen la erosión, fomentan la infiltración del agua a través del mejoramiento de la calidad del suelo, conducen a un incremento en la producción (Hellin, 2004).

## Conclusiones

- ✓ La especie forestal que mejor resultado presentó durante todo el proceso de estudio fue el retamo liso (*Genista monspessulanus*) en los parámetros porcentaje de prendimiento, altura de planta, número de ramas y número de hojas, debido a que esta especie crece en terrenos áridos, secos y pobres en nutrientes, tiene la capacidad de fijar Nitrógeno del aire, por lo que cumple una función restauradora del suelo.
  
- ✓ El abono orgánico que favoreció de mejor manera al crecimiento de las especies forestales y a la restauración ecológica del suelo fue la ecoabonaza en los parámetros porcentaje de prendimiento, altura de planta, número de ramas, número de hojas, peso de raíz, debido a que estos abonos no generan contaminación al suelo, más bien mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas, regulando el balance hídrico reteniendo los nutrientes y nivelando los niveles de pH.
  
- ✓ En las propiedades físicas, la textura no ha cambiado; sin embargo, la densidad real, aparente y porosidad tiene un rango que posibilita el óptimo desarrollo de las especies forestales, el pH fue ácido debido a la presencia de materia orgánica ya que por la acción de los microorganismos del suelo que liberan dióxido de carbono que se transforma fácilmente en bicarbonato, esta reacción y libera Hidrógeno que acidifica el suelo.

## **Recomendaciones**

- ✓ Promover la plantación de especies forestales nativas y abonos orgánicos que han aportado los mejores resultados para la conservación de suelos erosionados.
- ✓ Fomentar a que se continúe investigando otras especies forestales nativas con diferentes abonos orgánicos para la difusión de nuevas investigaciones en zonas que posean las mismas características de suelo.
- ✓ Difundir a los agricultores que mediante la plantación de especies forestales nativas más la incorporación de abono orgánico contribuyen favorablemente a la conservación de suelos sin causar contaminación ambiental.



## Referencias bibliográficas

- Abonoagro. (2023). *Nutriabono. Abonoagro*. <https://abonoagro.com/nutriabono/>
- Agüero, D. (2014). *Nutricional para suelos y plantas*. 35(4).
- Aguirre et al. (2013). *Guía Metodológica restauracionpáramos*.  
<https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/07/Gu%C3%ADa-Metodol%C3%B3gica-restauracion-p%C3%A1ramos.pdf>
- Allbiz. (2010). *Fertiplus abono, 100% organico*. All-Biz Ltd.  
<https://ec.all.biz/fertiplus-abono-100-organico-g12404>
- Anatur, A. (2010). *Manejo y conservacion de suelos en el cultivo de banano*.
- Atehortúa, B., Galvis, M. & Quirama, J. R. (2015). *Características, manejo, usos y beneficios del saúco (Sambucus nigra L.) con énfasis en su implementación en sistemas silvopastoriles del Trópico Alto*. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(1), Article 1.  
<https://doi.org/10.22490/21456453.1271>
- Blanco, J. (2006). *Acondicionadores y mejoradores del suelo*. Instituto Colombiano Agropecuario-ICA.
- Bonilla, M. (2019). *Estudio de la degradación de suelos y tierras por desertificación en la jurisdicción de la car*.
- Brunel, N., & Seguel, O. (2011). *Efectos de la erosión en las propiedades del suelo*. *Agro sur*, 39(1), 1-12.
- Burbano, H. (2016). *The soil and its relationship with ecosystem services and food security*. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 33(2), 117-124.
- Castillo, A. , Ochoa, C. , Nieto, C. , Jurado-Guerra, P., Verín, C. V.-S., Royo-Márquez, M. H., Martínez, G. Q., Terrazas, A. L., Alarcón-Herrera, M. T., & Enríquez, G. (2007). *Propagación de plantas nativas para la recuperación de áreas degradadas: Opción para mejorar ecosistemas*. *Tecnociencia Chihuahua*, 1(3), 38-41.
- Chancusig, D. G. (2022). *“Evaluación de las propiedades físicas y químicas del suelo en acacia (acacia melanoxylon) con la siembra en contorno de cuatro leguminosas, en entisoles de terraza de banco, campus salache, 2022”*.

- Cueto, O. , Coronel, C., & Suárez, M. (2009). *Análisis de los factores que provocan compactación del suelo agrícola*. 18(2).
- Delgado, A., Aperador, W., & Palacio, Ó. (2014). *Tratamiento superficial de la fibra de Retamo Liso: Mercerización*. *Ingenium*, 15(30), 95-100.
- Díaz, C. (2011). *Alternativas para el control de la erosión mediante el uso de coberturas convencionales, no convencionales y revegetalización*. *Ingeniería e investigación*, 31(3), 80-90.
- Escobar, J., & Rea, V. (2022). *Desarrollo de un sistema de indicadores de sostenibilidad ambiental para la conservación del páramo Ashigua, parroquia Mulaló, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi*. Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).
- Eugenio, N., McLaughlin, M., de Adelaida, U., Pennock, D., Pierzynski, G. M., Montanarella, L., Steffensen, J. C., Bazza, Z., Vargas, R., Ünlü, K., Kohlschmid, E., Perminova, O., Tagliati, E., Ugarte, O. M., Khan, A., Pennock, L., Sala, M., Verbeke, I., & Stanco, G. (2019). *La contaminación del suelo: Una realidad oculta*.
- Galantini, J., Landriscini, M. R., & Hevia, C. (2007). *Contenido y calidad de la materia orgánica particulada del suelo*.
- Galloza, D., & Ponce, L. (2021). *Prácticas insostenibles en la biota del suelo a partir del manejo y sistemas agrícolas. Una revisión sistemática entre el 2009-2019*.
- García, M. (2016). *La deforestación: Una práctica que agota nuestra biodiversidad*. *Producción+ Limpia*, 11(2), 161-168.
- Gayoso, J., & Alarcón, D. (1999). *Guía de conservación de suelos forestales*.
- Giraldo. (2011). *Leisa—Árboles y arbustos forrajeros en policultivos para la producción campesina: Bancos Forrajeros Mixtos*. <https://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-27-numero-2/1590-arboles-y-arbustos-forrajeros-en-policultivos-para-la-produccion-campesina-bancos-forrajeros-mixtos>
- Gomez. (2020). *Conservación de suelos mediante la modificación de la frecuencia de labranza: Un caso en Costa Rica*.

[https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-38962020000100123&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-38962020000100123&script=sci_arttext)

- Gracia, I. L., & Briones, A. S. (2019). “*Efecto cicatrizante de mucílagos de extractos acuosos de hojas de Malva sylvestris y pseudolavatera sobre heridas en piel*”.
- Grajales, B. , Botero, M., & Ramírez, uan F. (2015). *Características, manejo, usos y beneficios del saúco (Sambucus nigra L.) con énfasis en su implementación en sistemas silvopastoriles del Trópico Alto*.  
<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/issue/view/124>
- Gutiérrez, M. (2001). *Fertilidad de Suelos y Nutrición | Centro de Investigaciones Agronómicas*. <http://www.cia.ucr.ac.cr/es/fertilidad-de-suelos-y-nutricion>
- Illanes, M. (2010). *Métodos para evaluar algunas propiedades físicas de los suelos*.
- Jiménez, R. (2017). *Introducción a la contaminación de suelos*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Llanes, G., Bermúdez, D., Corrales, R., Silva, E., & Canales, H. (2020). *Agricultura de conservación de suelos y su efecto en la erosión hídrica y propiedades hidrofísicas en la unidad hidrográfica Quebrada Arriba, Yalagüina, 2017*. La Calera, 20(34), Article 34.  
<https://doi.org/10.5377/calera.v20i34.9773>
- Lorenzo, S. (2015). *La Problemática de los Suelos en España*.
- Mancilla. (2016). *Restauración de suelos degradados | forSuelo*.  
<http://forsuelo.es/servicios-de-fertilizacion/restauracion-de-suelos-degradados/>
- Meza, B., Sinoga, J., & Fernández, G. (2012). *Degradación de los suelos agrícolas y factores de la erosión*. EROSIÓN Y DEGRADACIÓN DE SUELOS EN AMBIENTES Semiáridos. regiones norte y altiplano de tamaulipas (méxico), 99.
- Montatixe, C. (2020). *Degradación del suelo y desarrollo económico en la agricultura familiar de la parroquia Emilio María Terán, Píllaro-Tungurahua 2018*. Quito: UCE.

- Montico, S. (2010). *Impacto del cambio climático sobre los suelos*.  
[https://www.produccion-animal.com.ar/suelos\\_ganaderos/89-clima.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/suelos_ganaderos/89-clima.pdf)
- Muñoz, D. J., Ferreira, M., Escalante, I. B., López, J., Muñoz, D., Ferreira, M., Escalante, I. B., & López, J. (2013). *Relación entre la cobertura del terreno y la degradación física y biológica de un suelo aluvial en una región semiárida*. *Terra Latinoamericana*, 31(3), 201-210.
- Ortiz, R. (2012). *El cambio climático y la producción agrícola*. Banco Interamericano de desarrollo, 836.
- Pérez, E. Y. (2019). *Evaluación de dos tipos de fertilizantes orgánicos comparados con fertilización convencional, en el cultivo de arroz (Oryza sativa L) variedad victoria1039 en el municipio de Villavicencio departamento del Meta*.
- Portilla, D. (2012). *Propagación vegetativa del aliso (Alnus acuminata H.B.K.) utilizando dos tipos de sustrato en la parroquia La Esperanza*.  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2119/1/03FOR003TESIS.pdf>
- Projar. (2016). *Abono orgánico Fertiplus*. PROJAR.  
<https://projar.es/productos/restauracion-ambiental/material-hidrosiembra/mejorantes-para-hidrosiembra/abono-organico-fertiplus/>
- Pronaca. (2013, junio 12). Proagro14 by Pronaca—Issuu.  
<https://issuu.com/pronaca/docs/proagro14>
- Ramos, D., & Terry, E. (2014). *Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas*. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52-59.
- El-comercio. (2018). *La mitad de las tierras en Ecuador muestran signos de degradación*. El Comercio.  
<https://www.elcomercio.com/tendencias/ambiente/degradacion-suelo-planetaeideas-ecuador-desertificacion.html>
- Remache, A. (2022). DECLARACIÓN DE AUTORÍA.
- Rodríguez et al. (2021). 2349-Texto del artículo-4601-1-10-20211029 (1).pdf.
- Sablón, Y. (2017). *Evaluación del comportamiento de diferentes fuentes orgánicas en el cultivo del Phaseolus Vulgaris (L.)(Frijol común) en la*

- CCS “Antonio Bayzán” de Sagua de Tánamo. Universidad de Holguín, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de ....
- Salgado. (2014). Dialnet-Deforestacion-4761345.pdf.
- Solorza, J. (2017). *Patrón de regeneración de la plántula de Genista monspessulana (L.) L.A.S. Johnson*, en dos escenarios de restauración ecológica. *Colombia Forestal*, 20(2), 131-143.
- Tapia. (2014). GIDDACC.pdf. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/GIDDACC.pdf>
- Tarazona. (2018). *Reacciones peligrosas*
- Trinidad, A. (2016). *Importancia de la materia orgánica en el suelo*. *Agro Productividad*, 9(8). <https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/802>
- Valbuena, J. (2003). *Reforestación del relleno sanitario “santa helena” en el municipio de Pitalito*. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/38168>
- Vallejos. (2010). Fifv182c.pdf. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/fifv182c/doc/fifv182c.pdf>
- Vargas. (2011). *Restauración ecológica: biodiversidad y conservación*. *Acta Biológica Colombiana*, 16(2), 221-246.
- Vargas, R., Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., Encina Rojas, A., Jones, A., Krasilnikov, P., & Mendonça Santos Brefin, M. (2014). *Atlas de suelos de américa latina y el caribe*. Luxembourg: Comisión Europea, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea ....

## Anexos

### Anexo 1. Inversión del proyecto

<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>ANALISIS</b>	<b>VALOR UNITARIO (USD)</b>	<b>COSTO TOTAL (USD)</b>
Análisis de suelos	17	Laboratorio	25,00	425,00
<b>MANO DE OBRA</b>				
Hoyada	4	días	30,00	120,00
Trasplante de especies forestales	2	días	15,00	30,00
<b>INSUMOS Y MATERIALES</b>				
Ecoabonaza	2	Quintales de 45 kg.	6,50	13,00
Nutriabono	4	Quintales de 23 kg.	6,50	26,00
Fertiplus	2	Quintales de 45 kg.	6,50	13,00
Especies forestales nativas (aliso, malva, tilo, retama)	576	Plantas	0,25	44,00
Piolas	4	Rollos	2,50	10,00
Estacas	100	Estacas	0,25	25,00
Flexómetro	1	Flexómetro de 5 metros	6,00	6,00
Tablas triples	48	Tablas de (20x15cm)	0,25	12,00
Pintura látex color blanco	1	Litros	4	8,00
Brocha de 2.5	1	Pulgadas	2,50	2,50
Marcador permanente color negro	3	Unidad	0,70	2,10
Fundas plásticas	1	Paquete	2,00	2,00
<b>TRANSPORTE</b>				
Transporte para trasladar las plantas y abonos camión	1	Viajes	50,00	50,00
<b>IMPREVISTO</b>				50,00

**Anexo 2.** Croquis del diseño de la investigación

E4a1	E1a1	E4a4	E1a2	E4a3	E3a3	E3a2	E2a3
E3a4	E2a4	E2a1		E3a1	<b>R3</b>		

E4a2	E2a2	E1a4	E1a3	E4a4	<b>R1</b>
E4 a2	E2 a4	E1a3	E3a2	E3a3	
E2a3	E1a4	E1a1	E4a3	E1a2	

E3a1	E4a1	E2a1	E3a4	E2a2	E3a2	E2a4	<b>R2</b>
E3a3	E1a4	E4a2	E3a1	E1a3	E2a3	E4a4	
E1a1	E4a3	E1a2	E2a1	E4a1	E2a2	E3a4	

**Anexo 3.** Libro de campo para plantas vivas

<b>Tratamientos</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>Bloques</b>	<b>Promedio</b>
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	1	7
E1a2	Aliso	Fertiplus	1	7
E1a3	Aliso	Nutriabono	1	7
E1a4	Aliso	Testigo	1	7
E2a1	Malva	Ecoabonaza	1	9
E2a2	Malva	Fertiplus	1	9
E2a3	Malva	Nutriabono	1	10
E2a4	Malva	Testigo	1	8
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	1	8
E3a2	Tilo	Fertiplus	1	8
E3a3	Tilo	Nutriabono	1	8
E3a4	Tilo	Testigo	1	9
E4a1	Retama	Ecoabonaza	1	10
E4a2	Retama	Fertiplus	1	10
E4a3	Retama	Nutriabono	1	9
E4a4	Retama	Testigo	1	9
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	2	7
E1a2	Aliso	Fertiplus	2	7
E1a3	Aliso	Nutriabono	2	7
E1a4	Aliso	Testigo	2	7
E2a1	Malva	Ecoabonaza	2	10
E2a2	Malva	Fertiplus	2	10
E2a3	Malva	Nutriabono	2	9
E2a4	Malva	Testigo	2	9
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	2	8
E3a2	Tilo	Fertiplus	2	8
E3a3	Tilo	Nutriabono	2	7
E3a4	Tilo	Testigo	2	8
E4a1	Retama	Ecoabonaza	2	10
E4a2	Retama	Fertiplus	2	10

E4a3	Retama	Nutriabono	2	9
E4a4	Retama	Testigo	2	9
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	3	8
E1a2	Aliso	Fertiplus	3	7
E1a3	Aliso	Nutriabono	3	7
E1a4	Aliso	Testigo	3	6
E2a1	Malva	Ecoabonaza	3	9
E2a2	Malva	Fertiplus	3	9
E2a3	Malva	Nutriabono	3	9
E2a4	Malva	Testigo	3	10
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	3	8
E3a2	Tilo	Fertiplus	3	9
E3a3	Tilo	Nutriabono	3	7
E3a4	Tilo	Testigo	3	7
E4a1	Retama	Ecoabonaza	3	10
E4a2	Retama	Fertiplus	3	10
E4a3	Retama	Nutriabono	3	9
E4a4	Retama	Testigo	3	10

**Anexo 4. Prendimiento de plantas nativas con su respectivo abono**

<b>Tratamientos</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>Bloques</b>	<b>Prendimiento</b>
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	1	83
E1a2	Aliso	Fertiplus	1	100
E1a3	Aliso	Nutriabono	1	100
E1a4	Aliso	Testigo	1	67
E2a1	Malva	Ecoabonaza	1	100
E2a2	Malva	Fertiplus	1	100
E2a3	Malva	Nutriabono	1	100
E2a4	Malva	Testigo	1	75
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	1	75
E3a2	Tilo	Fertiplus	1	100
E3a3	Tilo	Nutriabono	1	83
E3a4	Tilo	Testigo	1	100
E4a1	Retama	Ecoabonaza	1	100
E4a2	Retama	Fertiplus	1	100
E4a3	Retama	Nutriabono	1	100
E4a4	Retama	Testigo	1	100
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	2	75
E1a2	Aliso	Fertiplus	2	83
E1a3	Aliso	Nutriabono	2	100
E1a4	Aliso	Testigo	2	92
E2a1	Malva	Ecoabonaza	2	100
E2a2	Malva	Fertiplus	2	100



E2a3	Malva	Nutriabono	2	83
E2a4	Malva	Testigo	2	92
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	2	83
E3a2	Tilo	Fertiplus	2	92
E3a3	Tilo	Nutriabono	2	83
E3a4	Tilo	Testigo	2	100
E4a1	Retama	Ecoabonaza	2	100
E4a2	Retama	Fertiplus	2	100
E4a3	Retama	Nutriabono	2	92
E4a4	Retama	Testigo	2	83
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	3	92
E1a2	Aliso	Fertiplus	3	100
E1a3	Aliso	Nutriabono	3	83
E1a4	Aliso	Testigo	3	75
E2a1	Malva	Ecoabonaza	3	92
E2a2	Malva	Fertiplus	3	100
E2a3	Malva	Nutriabono	3	100
E2a4	Malva	Testigo	3	83
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	3	75
E3a2	Tilo	Fertiplus	3	100
E3a3	Tilo	Nutriabono	3	83
E3a4	Tilo	Testigo	3	92
E4a1	Retama	Ecoabonaza	3	100
E4a2	Retama	Fertiplus	3	92
E4a3	Retama	Nutriabono	3	100
E4a4	Retama	Testigo	3	92

**Anexo 5. Altura de planta**

<b>Tratamientos</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>Bloques</b>	<b>Altura</b>
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	1	26,75
E1a2	Aliso	Fertiplus	1	22
E1a3	Aliso	Nutriabono	1	20,5
E1a4	Aliso	Testigo	1	37
E2a1	Malva	Ecoabonaza	1	34,5
E2a2	Malva	Fertiplus	1	42,75
E2a3	Malva	Nutriabono	1	38,25
E2a4	Malva	Testigo	1	27
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	1	35,5
E3a2	Tilo	Fertiplus	1	34,5
E3a3	Tilo	Nutriabono	1	36,25
E3a4	Tilo	Testigo	1	47,25
E4a1	Retama	Ecoabonaza	1	49,75

E4a2	Retama	Fertiplus	1	45,5
E4a3	Retama	Nutriabono	1	53,75
E4a4	Retama	Testigo	1	47
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	2	24
E1a2	Aliso	Fertiplus	2	25,25
E1a3	Aliso	Nutriabono	2	23,5
E1a4	Aliso	Testigo	2	30,75
E2a1	Malva	Ecoabonaza	2	38,5
E2a2	Malva	Fertiplus	2	41,75
E2a3	Malva	Nutriabono	2	36,25
E2a4	Malva	Testigo	2	27
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	2	33,75
E3a2	Tilo	Fertiplus	2	30,25
E3a3	Tilo	Nutriabono	2	39
E3a4	Tilo	Testigo	2	42
E4a1	Retama	Ecoabonaza	2	47,5
E4a2	Retama	Fertiplus	2	46,75
E4a3	Retama	Nutriabono	2	53
E4a4	Retama	Testigo	2	48,75
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	3	25,25
E1a2	Aliso	Fertiplus	3	28
E1a3	Aliso	Nutriabono	3	27,75
E1a4	Aliso	Testigo	3	32
E2a1	Malva	Ecoabonaza	3	37
E2a2	Malva	Fertiplus	3	41,5
E2a3	Malva	Nutriabono	3	38
E2a4	Malva	Testigo	3	30,25
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	3	28,5
E3a2	Tilo	Fertiplus	3	32
E3a3	Tilo	Nutriabono	3	40
E3a4	Tilo	Testigo	3	39,75
E4a1	Retama	Ecoabonaza	3	46,25
E4a2	Retama	Fertiplus	3	48,25
E4a3	Retama	Nutriabono	3	51,5
E4a4	Retama	Testigo	3	47

**Anexo 6.** Diámetro de tallo

<b>Tratamientos</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>Bloques</b>	<b>Diámetro</b>
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	1	5,8
E1a2	Aliso	Fertiplus	1	5,6
E1a3	Aliso	Nutriabono	1	4,3
E1a4	Aliso	Testigo	1	6,1
E2a1	Malva	Ecoabonaza	1	4,8
E2a2	Malva	Fertiplus	1	4,1
E2a3	Malva	Nutriabono	1	6,6
E2a4	Malva	Testigo	1	5,4
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	1	6,5
E3a2	Tilo	Fertiplus	1	5,7
E3a3	Tilo	Nutriabono	1	4,5
E3a4	Tilo	Testigo	1	5,0
E4a1	Retama	Ecoabonaza	1	5,4
E4a2	Retama	Fertiplus	1	5,3
E4a3	Retama	Nutriabono	1	6,0
E4a4	Retama	Testigo	1	5,4
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	2	5,4
E1a2	Aliso	Fertiplus	2	4,6
E1a3	Aliso	Nutriabono	2	3,1
E1a4	Aliso	Testigo	2	4,3
E2a1	Malva	Ecoabonaza	2	4,9
E2a2	Malva	Fertiplus	2	6,3
E2a3	Malva	Nutriabono	2	5,8
E2a4	Malva	Testigo	2	4,5
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	2	5,9
E3a2	Tilo	Fertiplus	2	5,7
E3a3	Tilo	Nutriabono	2	4,6
E3a4	Tilo	Testigo	2	5,1
E4a1	Retama	Ecoabonaza	2	6,3
E4a2	Retama	Fertiplus	2	5,6
E4a3	Retama	Nutriabono	2	6,0
E4a4	Retama	Testigo	2	5,9
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	3	4,9
E1a2	Aliso	Fertiplus	3	4,6
E1a3	Aliso	Nutriabono	3	4,6
E1a4	Aliso	Testigo	3	4,4
E2a1	Malva	Ecoabonaza	3	5,0
E2a2	Malva	Fertiplus	3	5,4
E2a3	Malva	Nutriabono	3	7,0

E2a4	Malva	Testigo	3	5,0
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	3	5,5
E3a2	Tilo	Fertiplus	3	6,3
E3a3	Tilo	Nutriabono	3	5,0
E3a4	Tilo	Testigo	3	4,4
E4a1	Retama	Ecoabonaza	3	5,5
E4a2	Retama	Fertiplus	3	5,2
E4a3	Retama	Nutriabono	3	5,5
E4a4	Retama	Testigo	3	5,8

**Anexo 7. Número de ramas**

<b>Tratamientos</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>Bloques</b>	<b>Número</b>
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	1	3
E1a2	Aliso	Fertiplus	1	4
E1a3	Aliso	Nutriabono	1	3
E1a4	Aliso	Testigo	1	8
E2a1	Malva	Ecoabonaza	1	8
E2a2	Malva	Fertiplus	1	9
E2a3	Malva	Nutriabono	1	12
E2a4	Malva	Testigo	1	5
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	1	4
E3a2	Tilo	Fertiplus	1	4
E3a3	Tilo	Nutriabono	1	2
E3a4	Tilo	Testigo	1	4
E4a1	Retama	Ecoabonaza	1	24
E4a2	Retama	Fertiplus	1	26
E4a3	Retama	Nutriabono	1	26
E4a4	Retama	Testigo	1	29
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	2	3
E1a2	Aliso	Fertiplus	2	3
E1a3	Aliso	Nutriabono	2	3
E1a4	Aliso	Testigo	2	7
E2a1	Malva	Ecoabonaza	2	7
E2a2	Malva	Fertiplus	2	9
E2a3	Malva	Nutriabono	2	10
E2a4	Malva	Testigo	2	7
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	2	5
E3a2	Tilo	Fertiplus	2	4
E3a3	Tilo	Nutriabono	2	4
E3a4	Tilo	Testigo	2	5
E4a1	Retama	Ecoabonaza	2	25

E4a2	Retama	Fertiplus	2	29
E4a3	Retama	Nutriabono	2	27
E4a4	Retama	Testigo	2	32
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	3	4
E1a2	Aliso	Fertiplus	3	4
E1a3	Aliso	Nutriabono	3	4
E1a4	Aliso	Testigo	3	7
E2a1	Malva	Ecoabonaza	3	8
E2a2	Malva	Fertiplus	3	10
E2a3	Malva	Nutriabono	3	13
E2a4	Malva	Testigo	3	7
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	3	5
E3a2	Tilo	Fertiplus	3	5
E3a3	Tilo	Nutriabono	3	5
E3a4	Tilo	Testigo	3	5
E4a1	Retama	Ecoabonaza	3	25
E4a2	Retama	Fertiplus	3	31
E4a3	Retama	Nutriabono	3	29
E4a4	Retama	Testigo	3	32

**Anexo 8. Número de hojas**

<b>Tratamientos</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>Bloques</b>	<b>Número</b>
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	1	4
E1a2	Aliso	Fertiplus	1	4
E1a3	Aliso	Nutriabono	1	7
E1a4	Aliso	Testigo	1	21
E2a1	Malva	Ecoabonaza	1	18
E2a2	Malva	Fertiplus	1	21
E2a3	Malva	Nutriabono	1	29
E2a4	Malva	Testigo	1	11
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	1	23
E3a2	Tilo	Fertiplus	1	19
E3a3	Tilo	Nutriabono	1	7
E3a4	Tilo	Testigo	1	11
E4a1	Retama	Ecoabonaza	1	185
E4a2	Retama	Fertiplus	1	232
E4a3	Retama	Nutriabono	1	215
E4a4	Retama	Testigo	1	246
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	2	5
E1a2	Aliso	Fertiplus	2	7
E1a3	Aliso	Nutriabono	2	7

E1a4	Aliso	Testigo	2	20
E2a1	Malva	Ecoabonaza	2	17
E2a2	Malva	Fertiplus	2	21
E2a3	Malva	Nutriabono	2	24
E2a4	Malva	Testigo	2	12
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	2	11
E3a2	Tilo	Fertiplus	2	13
E3a3	Tilo	Nutriabono	2	9
E3a4	Tilo	Testigo	2	10
E4a1	Retama	Ecoabonaza	2	197
E4a2	Retama	Fertiplus	2	245
E4a3	Retama	Nutriabono	2	246
E4a4	Retama	Testigo	2	265
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	3	8
E1a2	Aliso	Fertiplus	3	9
E1a3	Aliso	Nutriabono	3	8
E1a4	Aliso	Testigo	3	19
E2a1	Malva	Ecoabonaza	3	19
E2a2	Malva	Fertiplus	3	19
E2a3	Malva	Nutriabono	3	28
E2a4	Malva	Testigo	3	11
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	3	15
E3a2	Tilo	Fertiplus	3	14
E3a3	Tilo	Nutriabono	3	16
E3a4	Tilo	Testigo	3	11
E4a1	Retama	Ecoabonaza	3	202
E4a2	Retama	Fertiplus	3	256
E4a3	Retama	Nutriabono	3	248
E4a4	Retama	Testigo	3	273

**Anexo 9. Peso de suelo**

<b>Tratamientos</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>Bloques</b>	<b>Peso</b>
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	1	10,9
E1a2	Aliso	Fertiplus	1	11,6
E1a3	Aliso	Nutriabono	1	11,0
E1a4	Aliso	Testigo	1	10,7
E2a1	Malva	Ecoabonaza	1	8,5
E2a2	Malva	Fertiplus	1	11,0
E2a3	Malva	Nutriabono	1	11,1
E2a4	Malva	Testigo	1	11,4

E3a1	Tilo	Ecoabonaza	1	11,7
E3a2	Tilo	Fertiplus	1	11,3
E3a3	Tilo	Nutriabono	1	10,5
E3a4	Tilo	Testigo	1	10,2
E4a1	Retama	Ecoabonaza	1	10,8
E4a2	Retama	Fertiplus	1	8,2
E4a3	Retama	Nutriabono	1	11,2
E4a4	Retama	Testigo	1	10,9
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	2	10,7
E1a2	Aliso	Fertiplus	2	11,1
E1a3	Aliso	Nutriabono	2	10,8
E1a4	Aliso	Testigo	2	10,8
E2a1	Malva	Ecoabonaza	2	11,6
E2a2	Malva	Fertiplus	2	10,9
E2a3	Malva	Nutriabono	2	11,4
E2a4	Malva	Testigo	2	10,9
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	2	11,5
E3a2	Tilo	Fertiplus	2	11,0
E3a3	Tilo	Nutriabono	2	10,9
E3a4	Tilo	Testigo	2	11,4
E4a1	Retama	Ecoabonaza	2	11,0
E4a2	Retama	Fertiplus	2	11,2
E4a3	Retama	Nutriabono	2	10,8
E4a4	Retama	Testigo	2	11,1
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	3	11,2
E1a2	Aliso	Fertiplus	3	11,5
E1a3	Aliso	Nutriabono	3	10,8
E1a4	Aliso	Testigo	3	11,3
E2a1	Malva	Ecoabonaza	3	11,5
E2a2	Malva	Fertiplus	3	10,9
E2a3	Malva	Nutriabono	3	11,6
E2a4	Malva	Testigo	3	11,4
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	3	11,4
E3a2	Tilo	Fertiplus	3	11,4
E3a3	Tilo	Nutriabono	3	10,8
E3a4	Tilo	Testigo	3	11,1
E4a1	Retama	Ecoabonaza	3	11,2
E4a2	Retama	Fertiplus	3	11,4
E4a3	Retama	Nutriabono	3	11,0
E4a4	Retama	Testigo	3	11,3

**Anexo 10.** Longitud de raíz principal

<b>Tratamientos</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>Bloques</b>	<b>Longitud</b>
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	1	13,5
E1a2	Aliso	Fertiplus	1	13,75
E1a3	Aliso	Nutriabono	1	26
E1a4	Aliso	Testigo	1	18,75
E2a1	Malva	Ecoabonaza	1	19
E2a2	Malva	Fertiplus	1	14,5
E2a3	Malva	Nutriabono	1	12,25
E2a4	Malva	Testigo	1	17
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	1	22
E3a2	Tilo	Fertiplus	1	25,5
E3a3	Tilo	Nutriabono	1	21,5
E3a4	Tilo	Testigo	1	13
E4a1	Retama	Ecoabonaza	1	28
E4a2	Retama	Fertiplus	1	26,25
E4a3	Retama	Nutriabono	1	24
E4a4	Retama	Testigo	1	28,75
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	2	12,75
E1a2	Aliso	Fertiplus	2	15,25
E1a3	Aliso	Nutriabono	2	25,25
E1a4	Aliso	Testigo	2	20,25
E2a1	Malva	Ecoabonaza	2	19,75
E2a2	Malva	Fertiplus	2	14
E2a3	Malva	Nutriabono	2	13,5
E2a4	Malva	Testigo	2	15,25
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	2	23
E3a2	Tilo	Fertiplus	2	25,25
E3a3	Tilo	Nutriabono	2	23,75
E3a4	Tilo	Testigo	2	15
E4a1	Retama	Ecoabonaza	2	29,75
E4a2	Retama	Fertiplus	2	26,75
E4a3	Retama	Nutriabono	2	26,5
E4a4	Retama	Testigo	2	30
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	3	14,5
E1a2	Aliso	Fertiplus	3	17,5
E1a3	Aliso	Nutriabono	3	26,75
E1a4	Aliso	Testigo	3	23
E2a1	Malva	Ecoabonaza	3	19,75
E2a2	Malva	Fertiplus	3	18,5
E2a3	Malva	Nutriabono	3	18,25



E2a4	Malva	Testigo	3	18,5
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	3	23,5
E3a2	Tilo	Fertiplus	3	28
E3a3	Tilo	Nutriabono	3	23,75
E3a4	Tilo	Testigo	3	15
E4a1	Retama	Ecoabonaza	3	29,5
E4a2	Retama	Fertiplus	3	26,75
E4a3	Retama	Nutriabono	3	25,75
E4a4	Retama	Testigo	3	27

**Anexo 11. Número de raíces secundarias**

<b>Tratamientos</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>Bloques</b>	<b>Número</b>
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	1	9
E1a2	Aliso	Fertiplus	1	13
E1a3	Aliso	Nutriabono	1	8
E1a4	Aliso	Testigo	1	7
E2a1	Malva	Ecoabonaza	1	7
E2a2	Malva	Fertiplus	1	7
E2a3	Malva	Nutriabono	1	7
E2a4	Malva	Testigo	1	5
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	1	5
E3a2	Tilo	Fertiplus	1	6
E3a3	Tilo	Nutriabono	1	6
E3a4	Tilo	Testigo	1	8
E4a1	Retama	Ecoabonaza	1	7
E4a2	Retama	Fertiplus	1	8
E4a3	Retama	Nutriabono	1	7
E4a4	Retama	Testigo	1	8
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	2	8
E1a2	Aliso	Fertiplus	2	9
E1a3	Aliso	Nutriabono	2	6
E1a4	Aliso	Testigo	2	7
E2a1	Malva	Ecoabonaza	2	8
E2a2	Malva	Fertiplus	2	7
E2a3	Malva	Nutriabono	2	7
E2a4	Malva	Testigo	2	7
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	2	6
E3a2	Tilo	Fertiplus	2	7
E3a3	Tilo	Nutriabono	2	11
E3a4	Tilo	Testigo	2	11
E4a1	Retama	Ecoabonaza	2	8

E4a2	Retama	Fertiplus	2	9
E4a3	Retama	Nutriabono	2	8
E4a4	Retama	Testigo	2	9
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	3	9
E1a2	Aliso	Fertiplus	3	11
E1a3	Aliso	Nutriabono	3	6
E1a4	Aliso	Testigo	3	8
E2a1	Malva	Ecoabonaza	3	7
E2a2	Malva	Fertiplus	3	8
E2a3	Malva	Nutriabono	3	8
E2a4	Malva	Testigo	3	7
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	3	6
E3a2	Tilo	Fertiplus	3	8
E3a3	Tilo	Nutriabono	3	12
E3a4	Tilo	Testigo	3	13
E4a1	Retama	Ecoabonaza	3	7
E4a2	Retama	Fertiplus	3	9
E4a3	Retama	Nutriabono	3	7
E4a4	Retama	Testigo	3	8

**Anexo 12. Volumen de raíz**

<b>Tratamientos</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>Bloques</b>	<b>Volumen</b>
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	1	2,13
E1a2	Aliso	Fertiplus	1	2,75
E1a3	Aliso	Nutriabono	1	2,13
E1a4	Aliso	Testigo	1	2,03
E2a1	Malva	Ecoabonaza	1	2,25
E2a2	Malva	Fertiplus	1	2,63
E2a3	Malva	Nutriabono	1	2,38
E2a4	Malva	Testigo	1	2,75
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	1	1,88
E3a2	Tilo	Fertiplus	1	2,38
E3a3	Tilo	Nutriabono	1	1,88
E3a4	Tilo	Testigo	1	2,13
E4a1	Retama	Ecoabonaza	1	2,63
E4a2	Retama	Fertiplus	1	2,50
E4a3	Retama	Nutriabono	1	2,25
E4a4	Retama	Testigo	1	2,60
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	2	2,38
E1a2	Aliso	Fertiplus	2	2,50
E1a3	Aliso	Nutriabono	2	2,38

E1a4	Aliso	Testigo	2	2,13
E2a1	Malva	Ecoabonaza	2	2,48
E2a2	Malva	Fertiplus	2	2,38
E2a3	Malva	Nutriabono	2	2,63
E2a4	Malva	Testigo	2	2,25
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	2	2,38
E3a2	Tilo	Fertiplus	2	2,63
E3a3	Tilo	Nutriabono	2	2,00
E3a4	Tilo	Testigo	2	2,25
E4a1	Retama	Ecoabonaza	2	2,75
E4a2	Retama	Fertiplus	2	2,88
E4a3	Retama	Nutriabono	2	2,50
E4a4	Retama	Testigo	2	2,63
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	3	2,38
E1a2	Aliso	Fertiplus	3	2,25
E1a3	Aliso	Nutriabono	3	2,50
E1a4	Aliso	Testigo	3	2,38
E2a1	Malva	Ecoabonaza	3	2,55
E2a2	Malva	Fertiplus	3	1,88
E2a3	Malva	Nutriabono	3	2,63
E2a4	Malva	Testigo	3	2,13
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	3	2,25
E3a2	Tilo	Fertiplus	3	2,75
E3a3	Tilo	Nutriabono	3	2,38
E3a4	Tilo	Testigo	3	2,50
E4a1	Retama	Ecoabonaza	3	2,50
E4a2	Retama	Fertiplus	3	2,88
E4a3	Retama	Nutriabono	3	2,50
E4a4	Retama	Testigo	3	2,50

**Anexo 13. Peso de la raíz**

<b>Tratamientos</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>Bloques</b>	<b>Peso</b>
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	1	6,45
E1a2	Aliso	Fertiplus	1	5,2
E1a3	Aliso	Nutriabono	1	6,575
E1a4	Aliso	Testigo	1	6,6
E2a1	Malva	Ecoabonaza	1	6
E2a2	Malva	Fertiplus	1	6,275
E2a3	Malva	Nutriabono	1	6,275
E2a4	Malva	Testigo	1	5,2
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	1	8,55

E3a2	Tilo	Fertiplus	1	9,575
E3a3	Tilo	Nutriabono	1	6,575
E3a4	Tilo	Testigo	1	6,85
E4a1	Retama	Ecoabonaza	1	8,425
E4a2	Retama	Fertiplus	1	7,175
E4a3	Retama	Nutriabono	1	6,9
E4a4	Retama	Testigo	1	8,15
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	2	6,65
E1a2	Aliso	Fertiplus	2	7,15
E1a3	Aliso	Nutriabono	2	8,325
E1a4	Aliso	Testigo	2	7,15
E2a1	Malva	Ecoabonaza	2	6,45
E2a2	Malva	Fertiplus	2	6,85
E2a3	Malva	Nutriabono	2	7,1
E2a4	Malva	Testigo	2	5,9
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	2	8,85
E3a2	Tilo	Fertiplus	2	7,45
E3a3	Tilo	Nutriabono	2	7,075
E3a4	Tilo	Testigo	2	7,85
E4a1	Retama	Ecoabonaza	2	8,525
E4a2	Retama	Fertiplus	2	8,925
E4a3	Retama	Nutriabono	2	7,325
E4a4	Retama	Testigo	2	7,975
E1a1	Aliso	Ecoabonaza	3	6,275
E1a2	Aliso	Fertiplus	3	6,475
E1a3	Aliso	Nutriabono	3	6,325
E1a4	Aliso	Testigo	3	7,225
E2a1	Malva	Ecoabonaza	3	6,25
E2a2	Malva	Fertiplus	3	6,025
E2a3	Malva	Nutriabono	3	6,95
E2a4	Malva	Testigo	3	5,375
E3a1	Tilo	Ecoabonaza	3	8,45
E3a2	Tilo	Fertiplus	3	6,5
E3a3	Tilo	Nutriabono	3	6,525
E3a4	Tilo	Testigo	3	6,85
E4a1	Retama	Ecoabonaza	3	8,15
E4a2	Retama	Fertiplus	3	8,8875
E4a3	Retama	Nutriabono	3	7,3
E4a4	Retama	Testigo	3	7,525

## Fotografías

**Fotografía 1.** Determinación del área de estudio ubicado en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi.



**Fotografía 2.** Construcción de hoyos mediante el uso de una máquina hoyadora.



**Fotografía 3.** Elaboración del diseño experimental.



**Fotografía 4.** Capacitación en plantación forestal a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.



**Fotografía 5.** Preparación del suelo para el trasplante de especies forestales nativas.



**Fotografía 6.** Colocación de abono en el hoyo y trasplante de especies forestales nativas con el apoyo de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.



**Fotografía 7.** Riego mediante la colocación de galones reciclados con agua junto a la planta.



**Fotografía 8.** Rotulación del diseño experimental.





**Fotografía 9.** Replanteo del diseño experimental en campo.



**Fotografía 10.** Toma de datos de la parcela neta altura de planta



**Fotografía 11.** Peso de suelo



**Fotografía 12.** Número de raíces secundarias

**Fotografía 13.** Volumen de raíz



**Fotografía 14.** Toma de muestras de suelo ex – post



Fotografía 15. Recolección de toma de muestras de suelo ex – post



Fotografía 16. Análisis de suelo inicial



DATOS DEL CUENTE						
Cliente:	Jose Broncano		Telefono:	<input type="text"/>		
Dirección:	Latacunga					
Provincia:	Cotopaxi	Canton:	Latacunga			
INFORMACION DE LA MUESTRA						
Tipo de Muestra:	suelo	Fecha de ensayo:	del 12 al 24 de mayo			
Fecha de toma de muestra:	12/5/2022	Dirección de la muestra:				
Fecha de recepción:	12/5/2022	ID. Lab	45.3 2023			
Cultivo anterior:			Cultivo actual:			
Observaciones:						
RESULTADOS						
Id. Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
INICIAL	N TOTAL	kjeldahl	0,13	%	bajo	Volumétrica
	P	Olsen mod.	94,0	ppm	alto	Colorimetrico
	K	Ac.Am	0,27	meq/100g	medio	Atómica
	Ca	Ac.Am	8,3	meq/100g	alto	Atómica
	Mg	Ac.Am	3,2	meq/100g	alto	Atómica
	PH	H2O 1:2,5	8,32		Medioam. Alcalino	Potenciometrico
	M.O.	W-B	2,21	%	bajo	Gravimetrico
	C.E	H2O 1:2,5	0,81	mmhos/cm	no salino	Conductimetrico
	Textura	clase textural		arena % limo % arcilla %		bouyoucus
	Ca/Mg	calculo	2,6	meq/100g	Optimo	N/A
Mg/K	calculo	11,9	meq/100g	Optimo	N/A	
(Ca+Mg)/K	calculo	42,8	meq/100g	alto	N/A	

  
 0980622817/0985458514  
 Ing. Carlos Mayorga  
 TOTALCHEM

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

**Fotografía 17.** Análisis de suelo final de los tratamientos



**DATOS DEL CLIENTE**

**Cliente:** Jose Broncano  
**Dirección:** Latacunga **Telefono:**   
**Provincia:** Cotopaxi **Canton:** Latacunga

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

**Tipo de Muestra:** suelo **Fecha de ensayo:** del 12 a 28 de mayo  
**Fecha de toma de muestra:** 12/1/2023 **Dirección de la muestra:**  
**Fecha de recepción:** 12/1/2023 **ID. Lab** 45,17 2022  
**Cultivo anterior:** **Cultivo actual:**  
**Observaciones:**

RESULTADOS						
Id.Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
E1a3	<b>N TOTAL</b>	kjeldahl	0,12	%	bajo	Volumétrica
	<b>P</b>	Olsen mod.	10,0	ppm	FALSO	Colorimetrico
	<b>K</b>	Ac.Am	0,19	meq/100g	bajo	A.atómica
	<b>Ca</b>	Ac.Am	7,5	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>Mg</b>	Ac.Am	2,2	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>PH</b>	H2O 1:2,5	8,64		Alcalino	Potenciometrico
	<b>M.O.</b>	W-B	2,32	%	bajo	Gravimetrico
	<b>C.E</b>	H2O 1:2,5	0,75	mmhos/cm	no salino	Conductimetrico
	<b>Textura</b>	clase textural		arena %		bouyoucus
				limo %		
				arcilla %		
	<b>Ca/Mg</b>	calculo	3,4	meq/100g	Optimo	N/A
	<b>Mg/K</b>	calculo	11,6	meq/100g	Optimo	N/A
<b>(Ca+Mg)/K</b>	calculo	51,3	meq/100g	alto	N/A	



0980622817/0985458514  
 Ing. Carlos Mayorga  
 TOTALCHEM

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

**DATOS DEL CLIENTE**

Cliente: Jose Broncano

Dirección: Latacunga

Telefono:

Provincia: Cotopaxi      Cantón: Latacunga

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

Tipo de Muestra: suelo      Fecha de ensayo: del 12 al 24 de enero

Fecha de toma de muestra: 12/1/2023      Dirección de la muestra:

Fecha de recepción: 12/1/2023      ID. Lab      45,15 2023

Cultivo anterior

Cultivo actual:

Observaciones:

**RESULTADOS**

Id. Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
E403	<b>N TOTAL</b>	kJeldahl	0,09	%	bajo	Volumétrica
	<b>P</b>	Olsen mod.	9,0	ppm	bajo	Colorimétrico
	<b>K</b>	Ac.Am	0,16	meq/100g	bajo	A.atómica
	<b>Ca</b>	Ac.Am	7,2	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>Mg</b>	Ac.Am	2,4	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>PH</b>	H2O 1:2,5	8,14		Alcalino	Potenciométrico
	<b>M.O.</b>	W-B	2,21	%	bajo	Gravimétrico
	<b>C.E</b>	H2O 1:2,5	0,70	mmhos/cm	no salino	Conductimétrico
	<b>Textura</b>	clase textural		arena %		bouyoucus
				limo %		
				arcilla %		
	<b>Ca/Mg</b>	calculo	3,1	meq/100g	Optimo	N/A
	<b>Mg/K</b>	calculo	14,8	meq/100g	Optimo	N/A
<b>(Ca+Mg)/K</b>	calculo	59,8	meq/100g	alto	N/A	



0980622817/0985458514

Ing. Carlos Mayorga  
TOTALCHEM

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

**DATOS DEL CLIENTE**

Cliente: Jose Broncano

Dirección: Latacunga

Telefono:

Provincia: Cotopaxi      Cantón: Latacunga

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

Tipo de Muestra: suelo      Fecha de ensayo: del 12 al 24 de enero

Fecha de toma de muestra: 12/1/2023      Dirección de la muestra:

Fecha de recepción: 12/1/2023      ID. Lab      45,13 2023

Cultivo anterior

Cultivo actual:

Observaciones:

**RESULTADOS**

Id.Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
E4a2	N TOTAL	kjeldahl	0,08	%	bajo	Volumétrica
	P	Olsen mod.	151,0	ppm	alto	Colorimétrico
	K	Ac.Am	0,11	meq/100g	bajo	A.atómica
	Ca	Ac.Am	6,4	meq/100g	alto	A.atómica
	Mg	Ac.Am	1,5	meq/100g	alto	A.atómica
	PH	H2O 1:2,5	8,32		Alcalino	Potenciometrico
	M.O.	W-B	2,21	%	bajo	Gravimetrico
	C.E	H2O 1:2,5	0,79	mmhos/cm	no salino	Conductimetrico
	Textura	clase textural		arena %		bouyoucus
				limo %		
				arcilla %		
	Ca/Mg	calculo	4,4	meq/100g	Optimo	N/A
	Mg/K	calculo	13,2	meq/100g	Optimo	N/A
(Ca+Mg)/K	calculo	71,0	meq/100g	alto	N/A	



0980622817/0985458514

Ing. Carlos Mayorga

TOTALCHEM

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



**DATOS DEL CLIENTE**

**Cliente:** Jose Broncano  
**Dirección:** Latacunga **Telefono:**   
**Provincia:** Cotopaxi **Canton:** Latacunga

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

**Tipo de Muestra:** suelo **Fecha de ensayo:** del 12 al 24 de enero  
**Fecha de toma de muestra:** 12/1/2023 **Dirección de la muestra:**  
**Fecha de recepción:** 12/1/2023 **ID. Lab** 45,13 2023  
**Cultivo anterior:** **Cultivo actual:**  
**Observaciones:**

**RESULTADOS**

Id.Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica	
E4a1	<b>N TOTAL</b>	kjeldahl	0,14	%	bajo	Volumétrica	
	<b>P</b>	Olsen mod.	88,0	ppm	alto	Colorimétrico	
	<b>K</b>	Ac.Am	0,21	meq/100g	medio	A.atómica	
	<b>Ca</b>	Ac.Am	6,8	meq/100g	alto	A.atómica	
	<b>Mg</b>	Ac.Am	1,9	meq/100g	alto	A.atómica	
	<b>PH</b>	H2O 1:2,5	7,77		Alcalino	Potenciométrico	
	<b>M.O.</b>	W-B	2,10	%	bajo	Gravimétrico	
	<b>C.E</b>	H2O 1:2,5	1,21	mmhos/cm	no salino	Conductimétrico	
	<b>Textura</b>	clase textural		arena %		bouyoucus	
				limo %			
				arcilla %			
		<b>Ca/Mg</b>	calculo	3,7	meq/100g	Optimo	N/A
		<b>Mg/K</b>	calculo	8,8	meq/100g	Optimo	N/A
		<b>(Ca+Mg)/K</b>	calculo	41,4	meq/100g	alto	N/A



0980622817/0985458514  
 Ing. Carlos Mayorga  
 TOTALCHEM

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





**DATOS DEL CLIENTE**

**Cliente:** Jose Broncano  
**Dirección:** Latacunga **Telefono:**   
**Provincia:** Cotopaxi **Canton:** Latacunga

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

**Tipo de Muestra:** suelo **Fecha de ensayo:** del 12 al 24 de enero  
**Fecha de toma de muestra:** 12/1/2023 **Dirección de la muestra:**  
**Fecha de recepción:** 12/1/2023 **ID. Lab** 45,12 2023  
**Ullivo anterior:** **Cullivo actual:**  
**Observaciones:**

**RESULTADOS**

Id.Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
E304	<b>N TOTAL</b>	kjeldahl	0,11	%	bajo	Volumétrica
	<b>P</b>	Olsen mod.	10,0	ppm	FALSO	Colorimétrico
	<b>K</b>	Ac.Am	0,17	meq/100g	bajo	A.atómica
	<b>Ca</b>	Ac.Am	7,0	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>Mg</b>	Ac.Am	1,9	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>PH</b>	H2O 1:2,5	6,35		Ugeram. Acido	Potenciométrico
	<b>M.O.</b>	W-B	2,24	%	bajo	Gravimétrico
	<b>C.E</b>	H2O 1:2,5	0,69	mmhos/cm	no salino	Conductimétrico
	<b>Textura</b>	clase textural		arena %		bouyoucus
				limo %		
				arcilla %		
	<b>Ca/Mg</b>	calculo	3,7	meq/100g	Optimo	N/A
	<b>Mg/K</b>	calculo	11,1	meq/100g	Optimo	N/A
<b>(Ca+Mg)/K</b>	calculo	52,2	meq/100g	alto	N/A	



0980622817/0985458514  
 Ing. Carlos Mayorga  
 TOTALCHEM

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



**DATOS DEL CLIENTE**

Cliente: Jose Broncano

Dirección: Latacunga

Telefono:

Provincia: Cotopaxi      Canton: Latacunga

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

Tipo de Muestra: suelo      Fecha de ensayo: del 12 al 24 de enero

Fecha de toma de muestra: 12/1/2023      Dirección de la muestra:

Fecha de recepción: 12/1/2023      ID. Lab      45,11 2023

Cultivo anterior

Cultivo actual:

Observaciones:

**RESULTADOS**

Id.Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
E303	N TOTAL	kjeldahl	0,08	%	bajo	Volumétrica
	P	Olsen mod.	87,0	ppm	alto	Colorimétrico
	K	Ac.Am	0,19	meq/100g	bajo	A.atómica
	Ca	Ac.Am	6,9	meq/100g	alto	A.atómica
	Mg	Ac.Am	2,4	meq/100g	alto	A.atómica
	PH	H2O 1:2,5	8,47		Alcalino	Potenciométrico
	M.O.	W-B	1,89	%	bajo	Gravimétrico
	C.E	H2O 1:2,5	0,90	mmhos/cm	no salino	Conductimétrico
	Textura	clase textural		arena %		bouyoucus
				limo %		
				arcilla %		
	Ca/Mg	calculo	2,9	meq/100g	Optimo	N/A
	Mg/K	calculo	12,5	meq/100g	Optimo	N/A
(Ca+Mg)/K	calculo	48,7	meq/100g	alto	N/A	



0980622817/0985458514

Ing. Carlos Mayorga

TOTALCHEM

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

**DATOS DEL CLIENTE**

Cliente: Jose Broncano

Dirección: Latacunga

Telefono:

Provincia: Cotopaxi      Canton: Latacunga

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

Tipo de Muestra: suelo      Fecha de ensayo: del 12 al 24 de enero

Fecha de toma de muestra: 12/1/2023      Dirección de la muestra:

Fecha de recepción: 12/1/2023      ID. Lab      45,10 2023

Cultivo anterior:

Cultivo actual:

Observaciones:

**RESULTADOS**

Id.Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
E3a2	<b>N TOTAL</b>	kjeldahl	0,12	%	bajo	Volumétrica
	<b>P</b>	Olsen mod.	160,0	ppm	alto	Colorimétrico
	<b>K</b>	Ac.Am	0,21	meq/100g	medio	A.atómica
	<b>Ca</b>	Ac.Am	5,4	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>Mg</b>	Ac.Am	1,8	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>PH</b>	H2O 1:2,5	8,21		Alcalino	Potenciométrico
	<b>M.O.</b>	W-B	3,21	%	medio	Gravimétrico
	<b>C.E</b>	H2O 1:2,5	0,80	mmhos/cm	no salino	Conductimétrico
	<b>Textura</b>	clase textural		arena %		bouyoucos
				limo %		
				arcilla %		
	<b>Ca/Mg</b>	calculo	2,9	meq/100g	Optimo	N/A
<b>Mg/K</b>	calculo	8,8	meq/100g	Optimo	N/A	
<b>(Ca+Mg)/K</b>	calculo	34,3	meq/100g	Optimo	N/A	




0980622817/0985458514

Ing. Carlos Mayorga  
TOTALCHEM

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

**DATOS DEL CLIENTE**

Cliente: Jose Broncano

Dirección: Latacunga

Telefono:

Provincia: Cotopaxi      Cantón: Latacunga

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

Tipo de Muestra: suelo      Fecha de ensayo: del 12 al 24 de enero

Fecha de toma de muestra: 12/1/2023      Dirección de la muestra:

Fecha de recepción: 12/1/2023      ID. Lab      45,9 2023

Cultivo anterior

Cultivo actual:

Observaciones:

**RESULTADOS**

Id.Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
E3a1	<b>N TOTAL</b>	kjeldahl	0,14	%	bajo	Volumétrica
	<b>P</b>	Olsen mod.	84,6	ppm	alto	Colorimétrico
	<b>K</b>	Ac.Am	0,19	meq/100g	bajo	A.atómica
	<b>Ca</b>	Ac.Am	6,4	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>Mg</b>	Ac.Am	1,9	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>PH</b>	H2O 1:2,5	7,85		Alcalino	Potenciométrico
	<b>M.O.</b>	W-B	3,01	%	medio	Gravimétrico
	<b>C.E</b>	H2O 1:2,5	1,25	mmhos/cm	no salino	Conductimétrico
	<b>Textura</b>	clase textural		arena %		bouyoucus
				limo %		
				arcilla %		
	<b>Ca/Mg</b>	calculo	3,4	meq/100g	Optimo	N/A
<b>Mg/K</b>	calculo	9,8	meq/100g	Optimo	N/A	
<b>(Ca+Mg)/K</b>	calculo	43,5	meq/100g	alto	N/A	




0980622817/0985458514

Ing. Carlos Mayorga  
TOTALCHEM

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

**DATOS DEL CLIENTE**
**Cliente:** Jose Broncano

**Dirección:** Latacunga

**Telefono:** 
**Provincia:** Cotopaxi **Canton:** Latacunga

**INFORMACION DE LA MUESTRA**
**Tipo de Muestra:** suelo **Fecha de ensayo:** del 12 al 24 de enero

**Fecha de toma de muestra:** 12/1/2023 **Dirección de la muestra:**
**Fecha de recepción:** 12/1/2023 **ID. Lab** 45,8 2023

**Cultivo anterior**
**Cultivo actual:**
**Observaciones:**
**RESULTADOS**

Id.Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
E2a4	<b>N TOTAL</b>	kjeldahl	0,09	%	bajo	Volumétrica
	<b>P</b>	Olsen mod.	9,0	ppm	bajo	Colorimétrico
	<b>K</b>	Ac.Am	0,16	meq/100g	bajo	A.atómica
	<b>Ca</b>	Ac.Am	8,4	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>Mg</b>	Ac.Am	2,0	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>PH</b>	H2O 1:2,5	1,97		Muy Acido	Potenciométrico
	<b>M.O.</b>	W-B	2,29	%	bajo	Gravimétrico
	<b>C.E</b>	H2O 1:2,5	0,80	mmhos/cm	no salino	Conductimétrico
	<b>Textura</b>	clase textural		arena %		bouyoucus
				limo %		
				arcilla %		
	<b>Ca/Mg</b>	calculo	4,2	meq/100g	Optimo	N/A
<b>Mg/K</b>	calculo	12,4	meq/100g	Optimo	N/A	
<b>(Ca+Mg)/K</b>	calculo	64,6	meq/100g	alto	N/A	



0980622817/0985458514

Ing. Carlos Mayorga  
TOTALCHEM

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

**DATOS DEL CLIENTE**

Cliente: Jose Broncano

Dirección: Latacunga

Telefono:

Provincia: Cotopaxi      Cantón: Latacunga

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

Tipo de Muestra: suelo      Fecha de ensayo: del 12 al 24 de enero

Fecha de toma de muestra: 12/1/2023      Dirección de la muestra:

Fecha de recepción: 12/1/2023      ID. Lab      45,7 2023

Cultivo anterior

Cultivo actual:

Observaciones:

**RESULTADOS**

Id.Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
E2a3	N TOTAL	kjeldahl	0,10	%	bajo	Volumétrica
	P	Olsen mod.	87,0	ppm	alto	Colorimétrico
	K	Ac.Am	0,16	meq/100g	bajo	A.atómica
	Ca	Ac.Am	6,3	meq/100g	alto	A.atómica
	Mg	Ac.Am	2,3	meq/100g	alto	A.atómica
	PH	H2O 1:2,5	8,24		Alcalino	Potenciométrico
	M.O.	W-B	1,76	%	bajo	Gravimétrico
	C.E	H2O 1:2,5	0,85	mmhos/cm	no salino	Conductimétrico
	Textura	clase textural		arena %		bouyoucos
				limo %		
				arcilla %		
	Ca/Mg	calculo	2,8	meq/100g	Optimo	N/A
Mg/K	calculo	14,3	meq/100g	Optimo	N/A	
(Ca+Mg)/K	calculo	53,6	meq/100g	alto	N/A	




0980622817/0985458514

Ing. Carlos Mayorga

TOTALCHEM

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

**DATOS DEL CLIENTE**

Cliente: Jose Broncano

Dirección: Latacunga

 Telefono: 

Provincia: Cotopaxi      Cantón: Latacunga

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

Tipo de Muestra: suelo      Fecha de ensayo: del 12 al 24 de enero

Fecha de toma de muestra: 12/1/2023      Dirección de la muestra:

Fecha de recepción: 12/1/2023      ID. Lab      45,6 2023

Cultivo anterior

Cultivo actual:

Observaciones:

**RESULTADOS**

Id.Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
E2a2	<b>N TOTAL</b>	kjeldahl	0,08	%	bajo	Volumétrica
	<b>P</b>	Olsen mod.	135,0	ppm	alto	Colorimétrico
	<b>K</b>	Ac.Am	0,21	meq/100g	medio	A.atómica
	<b>Ca</b>	Ac.Am	7,5	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>Mg</b>	Ac.Am	1,9	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>PH</b>	H2O 1:2,5	8,12		Alcalino	Potenciométrico
	<b>M.O.</b>	W-B	2,64	%	bajo	Gravimétrico
	<b>C.E</b>	H2O 1:2,5	1,10	mmhos/cm	no salino	Conductimétrico
	<b>Textura</b>	clase textural		arena %		bouyoucus
				limo %		
				arcilla %		
	<b>Ca/Mg</b>	calculo	4,1	meq/100g	Optimo	N/A
<b>Mg/K</b>	calculo	8,9	meq/100g	Optimo	N/A	
<b>(Ca+Mg)/K</b>	calculo	44,8	meq/100g	alto	N/A	



0980622817/0985458514

 Ing. Carlos Mayorga  
 TOTALCHEM

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

**DATOS DEL CLIENTE**

Cliente: Jose Broncano

Dirección: Latacunga

Telefono:

Provincia: Cotopaxi      Cantón: Latacunga

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

Tipo de Muestra: suelo      Fecha de ensayo: del 12 al 24 de enero

Fecha de toma de muestra: 12/1/2023      Dirección de la muestra:

Fecha de recepción: 12/1/2023      ID. Lab      45,5 2023

Cultivo anterior:

Cultivo actual:

Observaciones:

**RESULTADOS**

Id.Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
<b>E2a1</b>	<b>N TOTAL</b>	kjeldahl	0,06	%	bajo	Volumétrica
	<b>P</b>	Olsen mod.	84,6	ppm	alto	Colorimétrico
	<b>K</b>	Ac.Am	0,19	meq/100g	bajo	A.atómica
	<b>Ca</b>	Ac.Am	9,3	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>Mg</b>	Ac.Am	2,4	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>PH</b>	H2O 1:2,5	7,77		Alcalino	Potenciométrico
	<b>M.O.</b>	W-B	2,58	%	bajo	Gravimétrico
	<b>C.E</b>	H2O 1:2,5	1,10	mmhos/cm	no salino	Conductimétrico
	<b>Textura</b>	clase textural		arena %		bouyoucos
				limo %		
				arcilla %		
	<b>Ca/Mg</b>	calculo	3,9	meq/100g	Óptimo	N/A
	<b>Mg/K</b>	calculo	12,5	meq/100g	Óptimo	N/A
<b>(Ca+Mg)/K</b>	calculo	61,7	meq/100g	alto	N/A	



0980622817/0985458514

Ing. Carlos Mayorga  
TOTALCHEM

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



**DATOS DEL CLIENTE**
**Cliente:** Jose Broncano

**Dirección:** Latacunga

**Telefono:** 
**Provincia:** Cotopaxi **Canton:** Latacunga

**INFORMACION DE LA MUESTRA**
**Tipo de Muestra:** suelo **Fecha de ensayo:** del 12 al 24 de enero

**Fecha de toma de muestra:** 12/1/2023 **Dirección de la muestra:**
**Fecha de recepción:** 12/1/2023 **ID. Lab** 45,4 2023

**ullivo anterior**
**Cullivo actual:**
**Observaciones:**
**RESULTADOS**

Id.Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
E104	<b>N TOTAL</b>	kjeldahl	0,12	%	bajo	Volumétrica
	<b>P</b>	Olsen mod.	6,0	ppm	bajo	Colorimétrico
	<b>K</b>	Ac.Am	0,21	meq/100g	medio	A.atómica
	<b>Ca</b>	Ac.Am	8,5	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>Mg</b>	Ac.Am	3,1	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>PH</b>	H2O 1:2,5	7,99		Alcalino	Potenciométrico
	<b>M.O.</b>	W-B	3,21	%	medio	Gravimétrico
	<b>C.E</b>	H2O 1:2,5	0,71	mmhos/cm	no salino	Conductimétrico
	<b>Textura</b>	clase textural		arena %		bouyoucus
				limo %		
				arcilla %		
	<b>Ca/Mg</b>	calcula	2,7	meq/100g	Optimo	N/A
	<b>Mg/K</b>	calcula	14,9	meq/100g	Optimo	N/A
<b>(Ca+Mg)/K</b>	calcula	55,1	meq/100g	alto	N/A	



0980622817/0985458514

Ing. Carlos Mayorga  
TOTALCHEM

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

**DATOS DEL CLIENTE**

Cliente: Jose Broncano

Dirección: Latacunga

Telefono:

Provincia: Cotopaxi      Cantón: Latacunga

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

Tipo de Muestra: suelo      Fecha de del 12 al 24 de enero  
ensayo:

Fecha de toma de muestra: 12/1/2023      Dirección de la muestra:

Fecha de recepción: 12/1/2023      ID. Lab      45,2 2023

Cultivo anterior

Cultivo actual:

Observaciones:

**RESULTADOS**

Id.Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
E1a2	<b>N TOTAL</b>	kjeldahl	0,12	%	bajo	Volumétrica
	<b>P</b>	Olsen mod.	179,0	ppm	alto	Colorimétrico
	<b>K</b>	Ac.Am	0,17	meq/100g	bajo	A.atómica
	<b>Ca</b>	Ac.Am	7,0	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>Mg</b>	Ac.Am	2,0	meq/100g	alto	A.atómica
	<b>PH</b>	H2O 1:2,5	7,98		Alcalino	Potenciométrico
	<b>M.O.</b>	W-B	2,74	%	bajo	Gravimétrico
	<b>C.E</b>	H2O 1:2,5	0,98	mmhos/cm	no salino	Conductimétrico
	<b>Textura</b>	clase textural		arena %		bouyoucos
				limo %		
				arcilla %		
	<b>Ca/Mg</b>	calculo	3,6	meq/100g	Optimo	N/A
<b>Mg/K</b>	calculo	11,5	meq/100g	Optimo	N/A	
<b>(Ca+Mg)/K</b>	calculo	52,6	meq/100g	alto	N/A	



0980622817/0985458514

Ing. Carlos Mayorga  
TOTALCHEM

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

**DATOS DEL CLIENTE**
**Cliente:** Jose Broncano

**Dirección:** Latacunga

**Telefono:** 
**Provincia:** Cotopaxi **Canton:** Latacunga

**INFORMACION DE LA MUESTRA**
**Tipo de Muestra:** suelo **Fecha de ensayo:** del 12 al 24 de enero

**Fecha de toma de muestra:** 12/1/2023 **Dirección de la muestra:**
**Fecha de recepción:** 12/1/2023 **ID. Lab** 45,1 2023

**Cultivo anterior:**
**Cultivo actual:**
**Observaciones:**
**RESULTADOS**

Id. Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
E101	<b>N TOTAL</b>	kjeldahl	0,16	%	bajo	Volumétrica
	<b>P</b>	Olsen mod.	76,1	ppm	alto	Colorimétrico
	<b>K</b>	Ac.Am	0,28	meq/100g	medio	A.atômica
	<b>Ca</b>	Ac.Am	7,9	meq/100g	alto	A.atômica
	<b>Mg</b>	Ac.Am	2,3	meq/100g	alto	A.atômica
	<b>PH</b>	H2O 1:2,5	7,57		Alcalino	Potenciometrico
	<b>M.O.</b>	W-B	2,84	%	bajo	Gravimetrico
	<b>C.E</b>	H2O 1:2,5	1,32	mmhos/cm	no salino	Conductimetrico
	<b>Textura</b>	clase textural		arena %		bouyoucus
				limo %		
				arcilla %		
	<b>Ca/Mg</b>	calculo	3,4	meq/100g	Optimo	N/A
<b>Mg/K</b>	calculo	8,2	meq/100g	Optimo	N/A	
<b>(Ca+Mg)/K</b>	calculo	36,4	meq/100g	Optimo	N/A	




0980622817/0985458514

Ing. Carlos Mayorga

TOTALCHEM

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

**DATOS DEL CLIENTE**

Cliente: Jose Broncano

Dirección: Latacunga

Telefono:

Provincia: Cotopaxí    Cantón: Latacunga

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

Tipo de Muestra: suelo    Fecha de ensayo: del 12 al 24 de enero

Fecha de toma de muestra: 12/1/2023    Dirección de la muestra:

Fecha de recepción: 12/1/2023    ID. Lab    45,16 2023

Cultivo anterior

Cultivo actual:

Observaciones:

**RESULTADOS**

Id.Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
E404	NTOTAL	kJeldahl	0,08	%	bajo	Volumétrica
	P	Olsen mod.	11,0	ppm	medio	Colorimétrico
	K	Ac.Am	0,14	meq/100g	bajo	A.atómica
	Ca	Ac.Am	7,0	meq/100g	alto	A.atómica
	Mg	Ac.Am	1,9	meq/100g	alto	A.atómica
	PH	H2O 1:2,5	7,92		Alcalino	Potenciométrico
	M.O.	W-B	2,01	%	bajo	Gravimétrico
	C.E	H2O 1:2,5	0,78	mmhos/cm	no salino	Conductimétrico
	Textura	clase textural		arena %		bouyoucos
				limo %		
				arcilla %		
	Ca/Mg	calculo	3,8	meq/100g	Optimo	N/A
	Mg/K	calculo	13,4	meq/100g	Optimo	N/A
(Ca+Mg)/K	calculo	63,6	meq/100g	alto	N/A	




0980622817/0985458514

Ing. Carlos Mayorga  
TOTALCHEM

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