



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**“ESTUDIO DE ENMIENDAS APLICADAS AL AGUA DE
RIEGO, PARA SER UTILIZADA EN CAFÉ ROBUSTA
(*Coffea canephora*), EN LA ETAPA DE VÍVERO EN
MANGLARALTO, SANTA ELENA”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

Autor: Romina Doménica Sánchez Tomalá

LA LIBERTAD, 2022



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**“ESTUDIO DE ENMIENDAS APLICADAS AL AGUA DE
RIEGO, PARA SER UTILIZADA EN CAFÉ ROBUSTA
(*Coffea canephora*), EN LA ETAPA DE VÍVERO EN
MANGLARALTO, SANTA ELENA”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

Autora: Romina Doménica Sánchez Tomalá

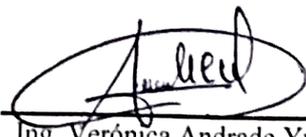
Tutor: Ing. Agr. Ángel León Mejía, MSc.

LA LIBERTAD, 2022

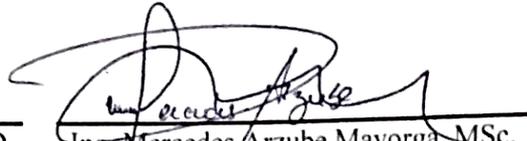
TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **ROMINA DOMÉNICA SÁNCHEZ TOMALÁ** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero/a Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

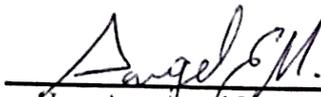
Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 09/09/2022



Ing. Verónica Andrade Yucailla, Ph. D
**DIRECTORA DE CARRERA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Mercedes Arzube Mayorga, MSc.
**PROFESORA ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Agr. Ángel León Mejía, MSc.
**PROFESOR TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph. D
**PROFESORA GUIA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Lcda. Ana Villalta Gómez, MSc
**ASISTENTE ADMINISTRATIVA
SECRETARIA**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero a Dios por ser mí pilar fundamental, por darme la fuerza necesaria para seguir en unos de mis grandes objetivos de vida.

A mis padres quienes estuvieron apoyándome día a día para no decaer en este largo camino, a mi familia y a mi segunda mitad.

Quiero expresar mi sincero agradecimiento al Ing. Ángel León Mejía quien con sus conocimientos, enseñanzas y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

SANCHEZ TOMALA ROMINA DOMENICA

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico con todo mi cariño a una persona muy especial en mi vida, quien estuvo conmigo desde el comienzo y final de este gran logro, gracias por tu esfuerzo en todo mi proceso de estudio y por tu gran amor.

SANCHEZ TOMALA ROMINA DOMENICA

RESUMEN

La investigación estudio de enmiendas aplicadas al agua de riego para ser utilizada en café robusta (*Coffea canephora*), en la etapa de vivero en Manglaralto, Santa Elena, se realizó en el Centro de Apoyo Manglaralto propiedad de la Universidad Estatal Península de Santa, el objetivo planteado fue evaluar las enmiendas aplicadas en el agua de riego sobre las características morfológicas del *Coffea canephora* en etapa de vivero, el diseño experimental usada fue de Diseño completamente aleatorio, con seis tratamientos y cuatro réplicas, los tratamientos fueron dosis de 20 y 40 g/L en enmiendas húmicas a base de Leonardita, correctores salinos de 60 y 100 mL/m³ y yeso agrícola 2.5 g/L, y además de la presencia de un testigo absoluto que fue tratado con agua de riego perteneciente a la parroquia Manglaralto de clase C5S2. las variables estudiadas fueron longitud de planta (LP), diámetro de tallo (DTA), vigor vegetal (VV), ancho de hoja (AH), número de hojas (NHO), área foliar (AF) y hojas afectadas por salinidad (HAS). Los resultados adquiridos a la aplicación del análisis de varianza que se determinaron con un p-valor < 0.05 y las medias de los tratamientos se evaluaron mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad estadística, las aplicaciones de Humivita mostraron mejor control en el efecto de la salinidad al momento de evaluar la longitud de planta, diámetro del tallo, vigor vegetal y número de hojas en dosis de 20g.

Palabras claves: Enmiendas, salinidad, riego, características morfológicas

ABSTRACT

The research study of amendments applied to irrigation water to be used in robusta coffee (*Coffea canephora*), in the nursery stage in Manglaralto, Santa Elena, was carried out at the Manglaralto Support Center owned by the Santa Peninsula State University, the stated objective was to evaluate the amendments applied in the irrigation water on the morphological characteristics of *Coffea canephora* in the nursery stage, the experimental design used was a completely random design, with six treatments and four replications, the treatments were doses of 20 and 40 g /L in humic amendments based on Leonardite, saline correctors of 60 and 100 mL/m³ and agricultural gypsum 2.5 g/L, and in addition to the presence of an absolute control that was treated with irrigation water belonging to the Manglaralto parish of class C5S2. the variables studied were plant length (LP), stem diameter (DTA), plant vigor (VV), leaf width (AH), number of leaves (NHO), leaf area (AF) and leaves affected by salinity (HAS). The results obtained from the application of the analysis of variance were determined with a p-value < 0.05 and the means of the treatments were evaluated using the Tukey test at 5% statistical probability, Humivita applications showed better control of the salinity effect when evaluating plant length, stem diameter, plant vigour and leaf number at 20g doses.

Key words: amendments, salinity, irrigation, morphological characteristics

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado “**Estudio de enmiendas aplicadas al agua de riego, para ser utilizada en café robusta (*coffea canephora*), en la etapa de vivero en Manglaralto, Santa Elena**” y elaborado por **Sánchez Tomalá Romina Doménica**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".



Firma del estudiante

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Problema Científico.	3
Objetivos	3
<i>Objetivo General:</i>	3
<i>Objetivos Específicos:</i>	3
Hipótesis	3
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1. Generalidades del café robusta	4
1.1.1. <i>Origen</i>	4
1.1.2. <i>Clasificación taxonómica</i>	4
1.1.3. <i>Variedades de Café robusta</i>	5
1.2. Agroecología del Café Robusta	5
1.3. Descripción botánica	6
1.4. Características de selección óptimas para el cultivo de café robusta	7
1.4.1. <i>Selección de semilla</i>	7
1.4.2. <i>Preparación de semilleros</i>	7
1.4.3. <i>Sistema de siembra</i>	7
1.4.4. <i>Preparación de almácigos</i>	7
1.5. Agroecología de la parroquia de Manglaralto	8
1.6. Calidad de agua de riego en Café Robusta	8
1.7. Salinidad del agua de riego en Manglaralto	10
1.7.1. <i>Efecto de salinidad en las plantas</i>	11
1.7.2. <i>Dureza del agua</i>	11
1.7.3. <i>pH</i>	11
1.7.4. <i>Alcalinidad del agua</i>	12

1.8.	Manejo de café robusta en etapa de vivero	12
1.9.	Enmiendas	12
1.9.1.	<i>Efecto de los ácidos húmicos en las plantas</i>	<i>13</i>
1.9.2.	<i>Efectos de los ácidos polihidroxicarboxílicos en las plantas.....</i>	<i>13</i>
1.9.3.	<i>Efecto del yeso agrícola en las plantas</i>	<i>13</i>
2.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
2.1.	Ubicación del experimento	15
2.2.	Material biológico utilizado	15
2.3.	Materiales utilizados.....	16
2.3.1.	<i>Kitasal (60 y 100 ml/m³).....</i>	<i>16</i>
2.3.2.	<i>Yeso agrícola 2.5 g.....</i>	<i>16</i>
2.3.3.	<i>Humivita (20 y 40 g).....</i>	<i>17</i>
2.3.4.	<i>Herramientas</i>	<i>17</i>
2.3.5.	<i>Equipos</i>	<i>17</i>
2.3.6.	<i>Características agroquímicas del suelo</i>	<i>18</i>
2.3.7.	<i>Características agroquímicas del agua.....</i>	<i>18</i>
2.3.8.	<i>Características de las parcelas</i>	<i>21</i>
2.4.	Métodos.....	21
2.4.1.	<i>Tratamientos y diseño experimental.....</i>	<i>21</i>
2.5.	Delineamiento experimental	23
2.6.	Características del campo experimental.....	24
2.6.1.	<i>Croquis del campo de estudio</i>	<i>24</i>
2.7.	Detalles de tratamientos	25
2.7.1.	<i>Enmiendas húmicas</i>	<i>25</i>
2.7.2.	<i>Corrector de salinidad ácidos polihidroxicarboxílicos.....</i>	<i>25</i>
2.7.3.	<i>Corrector de enmienda yeso agrícola</i>	<i>25</i>
2.7.4.	<i>Testigo absoluto.....</i>	<i>25</i>

2.8. Manejo del experimento	25
2.8.1. Preparación de las bolsas de polietileno	25
2.8.2. Trasplante.....	25
2.8.3. Control de plagas y enfermedades	25
2.8.4. Control de Malezas.....	26
2.8.5. Riego.....	26
2.9. Variables experimentales	26
2.9.1. Longitud de planta (LP)	26
2.9.2. Diámetro del tallo (DT).....	26
2.9.3. Vigor vegetal (VV).....	26
2.9.4. Longitud de hoja (LH).....	27
2.9.5. Ancho de hoja (AH).....	27
2.9.6. Número de hojas (NHO).....	27
2.9.7. Área foliar (AF).....	27
2.9.8. Hojas afectadas por salinidad (HAS).....	27
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
3.1. Caracterización del estado de desarrollo de la planta	28
3.1.1. Longitud de la planta (LP) a los 30 días después de la siembra	28
3.1.2. Longitud de planta (LP) a los 60 días después de la siembra.....	28
3.1.3. Diámetro de tallo (DT) a los 30 días después de la siembra	29
3.1.4. Diámetro de tallo (DT) a los 60 días después de la siembra	29
3.1.5. Vigor Vegetal (VV) a los 30 días después de la siembra.....	31
3.1.6. Vigor Vegetal (VV) a los 60 días después de la siembra.....	31
3.1.7. Longitud de la hoja (LH) a los 30 días después de la siembra	32
3.1.8. Longitud de la hoja (LH) a los 60 días después de la siembra	32
3.1.9. Ancho de la hoja (AH) a los 30 días después de la siembra	33
3.1.10. Ancho de la hoja (AH) a los 60 días después de la siembra	33

3.1.11. Número de hojas (NH) a los 30 días después de la siembra.....	34
3.1.12. Número de hojas (NH) a los 60 días después de la siembra.....	34
3.1.13. Área Foliar (AF) a los 30 días después de la siembra.....	36
3.1.14. Área Foliar (AF) a los 60 días después de la siembra.....	36
3.1.15. Hojas afectadas por salinidad (HAS).....	37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
<i>Conclusiones</i>	38
<i>Recomendaciones</i>	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Clasificación Taxonómica del café Robusta	5
Tabla 2. Datos climático de la zona de Manglaralto	8
Tabla 3. Análisis de laboratorio.....	9
Tabla 4. Intervalos de conductividad eléctrica	11
Tabla 5. Dosis recomendadas para aguas salinas	16
Tabla 6. Propiedades químicas del suelo perteneciente a la parroquia Manglaralto	18
Tabla 7. Criterios de peligro de salinización y restricciones de uso de las aguas empleadas para riego según el Laboratorio de Salinidad de Riverside.....	20
Tabla 8. Criterios de peligro de salinización y restricciones de uso de las aguas empleadas para riego según el Laboratorio de Salinidad de Riverside.....	20
Tabla 9. Análisis del agua extraída de Manglaralto	21
Tabla 10. Diseño de tratamientos utilizados en etapa de vivero para cada mes de evaluación de variables de estudio	22
Tabla 11. Grados de libertad del experimento.....	22
Tabla 12. Delineamiento experimental usado en la investigación " Estudio de enmiendas aplicadas al agua de riego, para ser utilizada en café robusta (<i>Coffea canephora</i>), en la etapa de vivero en Manglaralto, Santa Elena "	23
Tabla 13. Escala de vigor vegetal.....	26
Tabla 14. Longitud de planta a los 30 y 60 días después de la siembra en centímetros.....	29
Tabla 15. Diámetro de tallo a los 30 y 60 días después de la siembra en centímetros.....	30
Tabla 16. Vigor vegetal a los 30 y 60 días después de la siembra (en escala).	32
Tabla 17. Longitud de la hoja a los 30 y 60 días después de la siembra en centímetros.....	33
Tabla 18. Ancho de la hoja a los 30 y 60 días después de la siembra en centímetros.....	34
Tabla 19. Número de hoja a los 30 y 60 días después de la siembra.	35
Tabla 20. Área foliar a los 30 y 60 días después de la siembra en centímetros.	36
Tabla 21. Hojas afectadas por salinidad (HAS - medida en porcentaje) a los 60 días después de la siembra.	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del experimento (Centro de apoyo UPSE – Manglaralto)	15
Figura 2. Diagrama de normas de RIVERSIDE para la clasificación de agua de riego	19
Figura 3. Croquis de campo del diseño de estudio aplicado a café robusta	24
Figura 4. Análisis del suelo perteneciente a la parroquia de Manglaralto.....	53
Figura 5. Análisis del agua de riego perteneciente a la parroquia Manglaralto	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura 1A. Trasplante de las plántulas de Café robusta de tipo conilon en las bolsas

Figura 2A. Construcción de vivero para el ensayo

Figura 3A. Cálculos y peso para sacar las dosis de los tratamientos

Figura 4A. Aplicación de las enmiendas al agua de Manglaralto

Figura 5A. Aplicación de los tratamientos en las plantas de Café robusta

Figura 6A. Toma de datos

Figura 7A. Resultados obtenidos a los 30 y 60 dds

Tabla A 1. Análisis de varianza de la variable longitud de planta (LP), a los 30 días después de la siembra

Tabla A 2. Análisis de varianza de la variable longitud de planta (LP), a los 60 días después de la siembra

Tabla A 3. Análisis de varianza de la variable diámetro de tallo (DT), a los 30 días después de la siembra

Tabla A 4. Análisis de varianza de la variable diámetro de tallo (DT), a los 60 días después de la siembra

Tabla A 5. Análisis de varianza de la variable vigor vegetal (VV), a los 30 días después de la siembra

Tabla A 6. Análisis de varianza de la variable vigor vegetal (VV), a los 60 días después de la siembra

Tabla A 7. Análisis de varianza de la variable longitud de hoja (LH), a los 30 días después de la siembra

Tabla A 8. Análisis de varianza de la variable longitud de hoja (LH), a los 60 días después de la siembra

Tabla A 9. Análisis de varianza de la variable ancho de la hoja (AH), a los 30 días después de la siembra

Tabla A 10. Análisis de varianza de la variable ancho de la hoja (AH), a los 60 días después de la siembra

Tabla A 11. Análisis de varianza de la variable número de hojas (NH), a los 30 días después de la siembra

Tabla A 12. Análisis de varianza de la variable número de hojas (NH), a los 60 días después de la siembra

Tabla A 13. Análisis de varianza de la variable área foliar (AF), a los 30 días después de la siembra

Tabla A 14. Análisis de varianza de la variable área foliar (AF), a los 60 días después de la siembra

Tabla A 15. Análisis de varianza de la variable Hojas afectadas por salinidad (HAS), a los 60 días después de la siembra

INTRODUCCIÓN

El café es uno de los productos agrícolas con mayor demanda en el mercado internacional y de mayor superficie cultivada. La producción y exportación del grano del café sigue manteniendo un rol importante en la economía ecuatoriana, ocupando el 20% de la superficie total cultivada (excluyendo pastos) (Canet Brenes et al., 2016).

De acuerdo a estudios ejecutados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Fernández (2017) expone que el cultivo de café robusta en Ecuador referencia desde el año 1950, el cual tiene un gran impacto por ser un cultivo de importancia ambiental, social y económica, la superficie cafetera en la actualidad es de 62.830 ha., siendo el 67% correspondiente a cultivos pertenecientes a provincias como Sucumbíos, Napo, y Orellana, del cual, el 33% se reparte en provincias como Santo Domingo de los Tsáchilas, Bolívar, Esmeraldas, Cotopaxi y en la actualidad en la península de Santa Elena.

El desarrollo sustentable, la conservación y salud del ambiente tropical se fundamentan en la correcta aplicación de conocimiento de los recursos de suelo y agua de riego a nivel local. En el caso de los suelos de la parroquia Manglaralto zona de investigación, posee un suelo de tipo franco – arcilloso (Fernández, 2017).

González and Lamz (2013) manifiestan que la salinidad en el suelo suele ser factor de impacto que afecta directamente a la producción de alimentos, según los registros históricos dan indicio a que existió migraciones causadas por este mal común de las áreas de cultivo.

Se estima un aproximado de 10% a nivel global y un 25 - 50% correspondientes a zonas de riego que se encontraban salinizadas en la década de los 90 ocasionada por intervención antrópica (González and Lamz, 2013).

En la actualidad genera un impacto por la falta de conocimiento, conciencia ambiental, explotación irracional de los recursos hídricos y varios factores edafoclimáticos que influyen en la salinidad de los suelos.

Arzube et al. (2017) redactan en su artículo que: “El litoral ecuatoriano tiene zonas con condiciones agroecológicas adecuadas para la producción de café robusta, en las cuales se puede establecer plantaciones”.

Bajo los fundamentos establecidos por Arzube et al. (2017) se establece que Santa Elena posee ventajas dimensionales favorables por contar con superficies que propician ventajas y oportunidades para la producción agrícola, por lo consiguiente, el café robusta se ubica en una de las primeras etapas de clonaciones a mediano plazo, generando así, una diversificación agraria productiva, dinamizando y fortaleciendo la economía provincial.

Tras diversos años de investigaciones y trabajos agropecuarios que se han desarrollados en la parroquia Manglaralto de la provincia de Santa Elena, el efecto de calidad de agua de riego se ve afectado en la producción de café robusta a lo largo de la historia (Venegas et al., 2018).

Su principal factor perjudicial la falta de conocimiento el proceso de manejo del cultivo, es decir, no se emplean de manera correcta en el proceso de aplicación de riego, fertilización control y prevención de enfermedades de los cafetales, provocando el abandono de los campos caficultores (Venegas et al., 2018)

Investigaciones realizadas por Villon (2017) demuestran que la salinidad de las aguas del Centro de Apoyo Manglaralto UPSE, han ido empeorando en los últimos años, prueba de ello es que hasta el año 2010 su clasificación era de C3S1, notándose el incremento de la conductividad eléctrica a niveles críticos, produciendo antagonismos en la absorción de nutrientes en las plantas en el año 2016 en el que se clasificaron como C5S1

Suárez (2010) manifiesta que la problemática más común en las regiones semiáridas y áridas, donde la precipitación anual es insuficiente para la satisfacción de la demanda de evapotranspiración de los vegetales es la presencia de sales en el agua de riego, mismas que suelen acumularse provocando un perjuicio para el crecimiento de los vegetales, no obstante los problemas de salinidad del suelo suele presentarse en regiones húmedas y subhúmedas en ambientes propicios, denominándose a la salinización como un proceso parcialmente reversible.

En este sentido, el trabajo investigativo busca una alternativa para el manejo del agua de riego con características salinas mediante el uso de enmiendas aplicada a plantas de café robusta (*Coffea canephora*) en etapa de vivero, en la zona de Manglaralto, Santa Elena.

Problema Científico.

¿Cuál de las enmiendas aplicadas al agua de riego mejoran las características morfológicas del café robustas en la etapa de vivero?

Objetivos

Objetivo General:

Evaluar las enmiendas aplicadas al agua de riego sobre las características morfológicas de *Coffea canephora*, en la etapa de vivero.

Objetivos Específicos:

- Valorar las características morfológicas del café robustas en respuesta a la aplicación de enmiendas húmicas y correctores salinos.
- Determinar el tratamiento de mejor desempeño sobre las características morfológicas del café robusta.

Hipótesis

La aplicación de enmiendas al agua de riego incide en las características morfológicas del café robustas en la etapa de vivero.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Generalidades del café robusta

1.1.1. Origen

El origen del café robusta se sitúa en África tropical (Congo), perteneciendo a la familia botánica Rubiaceae que tiene aproximadamente 500 géneros y más de 6.000 especies, se caracteriza por su resistencia en comparación a la especie arábica, siendo las principales zonas de cultivo de esta especie: África occidental, África central, sudeste de Asia y en determinadas partes de Sudamérica, incluyendo Brasil (Centre, 2016).

Fernández (2017) expone que Ecuador entre 1951 y 1977 y posteriormente en el año 1984, se introduce materia prima de café conocido como “conillón”, el café robusta llega al país con el fin de colonizar zonas húmedas con rendimiento de adaptabilidad alta, dentro de zonas pertenecientes a la Amazonia y el Litoral.

En su mayoría las plantas de café fueron usadas con plantas obtenidas de los granos que se encontraban en el suelo o que solía crecer debajo de plantas en proceso de producción de lechuguines (Fernández, 2017).

Este mismo autor, explica que la reproducción de la semilla de café robusta logra la heterogeneidad de (polinización cruzada – autocompatible), para que la reproducción tenga la efectividad que se desea, el café robusta debe de ejecutar genotipos, debido a que estos garantizan la pureza y productividad de esta, es decir, mantendrá prototipos elementales como: selección, preparación de jardines o viveros clonales, cosechar brotes, construir cámaras de enraizamiento, generar sustratos y generar el correcto manejo y mantenimiento de plantas dentro del vivero.

1.1.2. Clasificación taxonómica

El café pertenece a la familia de la Rubiáceas y al género *Coffea*, se estima que existen unas 100 especies aproximadamente. Dentro del mundo cafetalero, son tres de las especies de café cultivadas, que destacan su actividad comercial, estas son: *Coffea arábica* L., *C. canephora* Pierre exFroehner y *C. liberica* Bull ex-Hiem (Godoy, 2016)

Enriquez and Duicela (2018) exponen la siguiente clasificación en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación Taxonómica del café Robusta

Taxonomía del <i>Coffea canephora</i>	
Reino:	Plantae
Subreino:	Trachobionta
Superdivisión:	(Angiosperma Spermatophyta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Rubiales
Familia	Rubiaceae
Género:	<i>Coffea</i>
Especie:	<i>Canephora</i>
Nombre científico:	<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner

Fuente: Enriquez and Duicela, (2018).

1.1.3. Variedades de Café robusta

Según Godoy (2016) se identifica como robusta a diversos tipos de la especie *C. canephora*, siendo la más demandada, entre otro tipos de especies encontramos variedades como: *Conilon*, *Kouilloi* y *Niaouli*, que califican como especies de alta rusticidad y resistencia a plagas y patologías, siendo estas especies cultivadas primordialmente en África y Brasil, donde lo llaman *Conilon*.

1.2. Agroecología del Café Robusta

El café es caracterizado por ser un cultivo de mayor adquisición a nivel global, siendo Ecuador un País con variedades de café incluyendo al café robusta.

Los sistemas agroecológico-diversificados de café generan variedad de ventajas y beneficios para las personas y la naturaleza, cuando los campesinos producen variedad de ganado, cultivos y otros productos agrícolas de demanda económica, se desarrolla múltiples flujos de ingresos, esta división de actividades agrícolas puede hacer que la fuente campesina de trabajadores se sienta más seguros económicamente y aprovechar la capacidad de mejorar sus cultivos de café de alta calidad, según Gund Institute For Enviroment (2020).

1.3. Descripción botánica

Las plantas de café robusta poseen dos tipos de crecimiento aéreo: vertical (tallo), también conocido como ortotrópico y lateral, o también conocido como plagiotrópico (Godoy, 2016).

Según Godoy (2016) expone las siguientes características del café robusta:

- El tallo principal crece a partir del meristemo o yema apical, puede tener una altura aproximada de 10 metros a libre crecimiento, aunque con un buen manejo se llega a alturas convenientes de 4 a 5 metros.
- Las raicillas poseen características de absorción de nutrientes presentes en el suelo, que son alcanzados por los vasos del xilema y son conducidos por el tallo hacia las hojas, donde serán transformados por la actividad fotosintética a sustancias orgánicas como: proteínas, carbohidratos, vitaminas, entre otros.
- Las ramas o bandolas se desarrollan en las axilas de las hojas, denominadas “cruces” en la fase de almácigo. El largo de las bandolas varía de 65.5 a 92.5 centímetros en plantas de 4 años.
- La formación de las hojas inicia en el ápice del tallo y de las ramas: en ellas se realizan tres procesos fisiológicos que contribuyen al desarrollo vegetativo y reproducción de plantas de robusta: fotosíntesis, respiración y transpiración. Sus dimensiones son mayores en contraste al café arábico. Suelen variar de 9.0 a 11.7 centímetros de ancho y 20.5 a 29.5 centímetros de largo.
- El desarrollo de la flor se origina en base a las yemas, desarrollando a su vez a las inflorescencias que se distribuyen en forma axilar en las ramas laterales, en la base de las hojas de cada nudo. Luego de un periodo seco, la lluvia o irrigación, permite a los botones continuar creciendo velozmente hasta su apertura en flores (8 a 10 días después de la lluvia).
- El tipo de flor individual son completas, hermafroditas. No obstante, no son auto fértiles, por lo que su fecundación se realiza únicamente por polinización cruzada.
- El fruto se genera cuando el óvulo luego de ser polinizado por la acción de insectos polinizadores, viento o lluvia. El crecimiento del fruto posee 4 etapas, como son: crecimiento lento, crecimiento acelerado (necesaria la presencia de agua), llenado del fruto, y madurez de corte (43 a 45 semanas después de la floración).

- El sistema radicular del café robusta se forma a partir de la raíz principal o pivotante y raíces secundarias, axiales o de sostén. La raíz pivotante puede profundizar en el suelo a más de un metro, junto con las raíces axiales, proporcionan el sostén a la planta.
- Para el desarrollo de la nueva planta, es necesario que la semilla se encuentre en condiciones óptimas de humedad y temperatura en el sustrato.

1.4. Características de selección óptimas para el cultivo de café robusta

La preparación de plantas de cualquier especie se inicia con la eficiente selección de la semilla, seguida de la correcta técnica de control durante las fases de semillero y almácigo, sea para fines de uso como portainjerto o para inicio de una explotación.

1.4.1. Selección de semilla

Las plantas de selección materna deberán tener una eficiente condición vegetativa, demostrando vigorosidad, sanidad, rentabilidad y alta producción.

El proceso de identificación es importante, debido a que la planta madre para el café robusta, que por requerir la cruzada polinización, procura que la misma plantación existan plantas genéticamente diferentes, para que la fecundación sea eficiente, según Godoy (2016).

Godoy (2016) manifiesta que, para la obtención de la semilla, se recomienda identificar un lote o plantación con historial de alta productividad, luego identificar y seleccionar dentro de este lote a las plantas que etiqueten los mejores protocolos vegetativos.

1.4.2. Preparación de semilleros

El adecuado lugar para un semillero debe ser plano, seco, soleado, de fácil acceso y con disponibilidad de agua de riego, el sustrato debe ser de arena blanca, de río o tamizada para la eliminación de objetos extraños o terrones, según Godoy (2016).

1.4.3. Sistema de siembra

La semilla puede ser colocada en surcos, bandas o al voleo, lo que se recomienda es colocar semillas en bandas de 5 a 10 cm de ancho con separación de 5 cm (Cordón, 2019).

1.4.4. Preparación de almácigos

Obtener buena calidad en las plantas es fundamental para el éxito de la futura planta, por lo general suele realizarse en bolsas de polietileno (Cordón, 2019).

1.5. Agroecología de la parroquia de Manglaralto

La península de Santa Elena se caracteriza por investir una diversidad de microclimas que es aprovechado por agricultores.

Ministerio de Agricultura (2018) expone que las producciones de café se presentaban en las estribaciones de la cordillera “Chongón – Colonche”, en la actualidad Manglaralto cuenta con una granja experimental que está avalado por la Universidad Estatal Península de Santa Elena “UPSE”, que posee características de zona anuales como son temporada de invierno (diciembre-abril) y temperatura máximas garuas (mayo-noviembre) cuya precipitación oscila entre 200 mm, cuya temperatura fluctúa de 16 a 30 °C.

Para sustentar el comportamiento climático, la información se referencia en base a datos obtenidos de meses, temperatura, precipitación y humedad relativa correspondiente a la comunidad de Manglaralto, según CENAIM-ESPOL (2018). (Tabla 2)

Tabla 2. Datos climático de la zona de Manglaralto

Meses	Temperatura (°C)	Precipitación (mm/hora)	Humedad relativa (%)
Enero	26	130	82
Febrero	26	226	77
Marzo	28	93	81
Abril	28	17	84
Mayo	28	4	85
Junio	26	1	71
Julio	24	0	53
Agosto	23	3	71
Septiembre	23	3	72
Octubre	23	9	87
Noviembre	24	0	82
Diciembre	25	0	86

Fuente: CENAIM-ESPOL, (2018).

1.6. Calidad de agua de riego en Café Robusta

El uso de agua cargada de sales y de agua recirculada provocan la salinización de los suelos, ya que tras el proceso de evapotranspiración las sales se acumulan en los perfiles superficiales del suelo. La calidad de agua para un cultivo de café robusta requiere

principalmente de una composición química y física, presentando sustancias orgánicas sólidas, según Arzube Mayorga, et al. (2017)

Arzube Mayorga et al. (2017) considera los análisis de suelo ejecutados en laboratorios especializados para identificación de calidad de agua y suelo en la Tabla 3.

Tabla 3. Análisis de laboratorio

Análisis	Resultados
pH	7.7
MO	4.4%
N	37 medio
P	64A
K	4,92
Ca	20,8 A
Mg	3,7 A
S	14M
Zn	2, 6 B
Cu	5,6 A
Fe	22 M
Mn	4,6 B
B	0,86 A
Suma de bases	29.53 meq/100 gramos
	0.82 ms/cm
C.E	C3S1 (Agua de salinidad
Agua extraída de pozo	media alta y contenido bajo en sodio)

Fuente: Arzube et al. (2017).

Los criterios de selección en base a la calidad de agua a emplear, dará la dependencia referenciado al cultivo seleccionado previamente, debido a que es necesario considerar propiedades químicas como: salinidad, dureza, pH, alcalinidad, y relación de sales, según Arzube *et al.* (2017), de la misma manera Estrada (2012) expresa que la calidad del agua de riego se refiere a su idoneidad para el uso, un agua de buena calidad potencia la producción máxima si se siguen practicas acertadas en la manipulación del agua, sin embargo si el agua es de mala calidad, suelen presentarse problemas relacionado con el

suelo y el cultivo, reduciendo el rendimiento, a menos que se realicen prácticas de cultivo especiales para mantener o restaurar la capacidad productiva bajo condiciones dadas.

1.7. Salinidad del agua de riego en Manglaralto

Los parámetros donde el agua mide su salinidad refieren a la presencia de solutos inorgánicos disueltos, en muestras acuosas, la salinidad se cuantifica en términos de concentración total de sales solubles o en términos de conductividad eléctrica (CE) de la solución, la CE es la expresión numérica de capacidad inherente de un medio para conducir corriente eléctrica, según Castellón *et al.* (2015).

La CE y la concentración de sales totales en una solución acuosa se estrechan íntimamente, la CE es común usarla en una expresión de concentración de sales disueltas, el riego de cultivos requiere grandes volúmenes de agua, el cual puede ser de calidad baja, no obstante, si la calidad de agua que se requiere para la irrigación es baja, pero con altos niveles de salinidad excluye el empleo para el riego y suministros de agua contaminada puede reducir la calidad de la producción, según Castellón *et al.* (2015).

Villón (2017) demuestra que la salinidad de las agua en el Centro de Apoyo Manglaralto UPSE, han empeorado en los últimos años, justificando dicha hipótesis en el estudio del 2010 con su clasificación de C3S1, reflejando el aumento de la conductividad eléctrica (CE) a niveles críticos, produciendo antagonismo en la absorción de nutrientes en las plantas en el año 2016 en el que se clasificaron como C5S1.

Zambrano (2012) indica los efectos de salinidad, de los suelos, de acuerdo a los diversos intervalos de conductividad eléctrica (CE) determinados mediante un extracto de saturación, los cuales se detallan en la Tabla 4.

Tabla 4. Intervalos de conductividad eléctrica

Tipo de suelo	Salinidad	CE (dS/m)	Efectos
Normal	Muy ligera	0 - 2	Casi nulos
	Ligera	2 - 4	Pueden afectar a los cultivos sensibles
Salino	Media	4 - 8	La mayoría de los cultivos son afectados
	Fuerte	8 - 16	Sólo pueden prosperar los cultivos tolerantes.
	Muy fuerte	>16	Sólo se desarrollan cultivos muy tolerantes.

Fuente: Zambrano (2012).

1.7.1. Efecto de salinidad en las plantas

Piedra (2019) indica que el estrés salino causa reducción en el crecimiento y en el desarrollo de las plantas porque estas pueden sufrir tres tipos de estrés. Asimismo, se plantea que, como consecuencia de la combinación de estos estreses, un cuarto estrés se manifiesta en plantas expuestas a condiciones de salinidad. Estos son detallados a continuación:

- Inducción de estrés hídrico.
- Toxicidad ion específica, debido a la alta concentración de sodio y cloruro.
- Desbalance nutricional, debido a los altos niveles de sodio y cloruro que reducen la captación de K⁺, NO⁻, PO₄³⁻ etc.
- Incremento de la producción de especies reactivas de oxígeno que dañan las macromoléculas.

1.7.2. Dureza del agua

La dureza del agua es denominada a la concentración de compuestos minerales que existen en una determinada cantidad de agua, específicamente sales de magnesio y calcio, el agua que se denomina “dura” tiene elevada concentración de las sales mencionadas y el tipo de agua “blanda” las contiene en cantidades inferiores, según FACSA (2016).

1.7.3. pH

El pH juega un rol tanto en el suelo como en el agua, debido a que garantiza la solubilidad de las sales minerales, puesto que, cuando no se disuelven su disposición para la planta

es efectiva, debido a que estos absorben minerales por solución acuosa o en forma de iones, pasando por medio del agua o suelo, gran parte de ellos nutrientes causan intervalo de pH de 5.5 – 6.5 se comprende que es una medida que determina acidez o alcalinidad del medio a tratar, el pH del medio de cultivo controla las reacciones químicas que determinan si los nutrientes van a disponerse para su absorción, según Bárbaro *et al.* (2015).

1.7.4. Alcalinidad del agua

Este parámetro también afecta en gran medida al pH estándar para el uso de riego, debido a que la medida de iones básicos disueltos (carbonatos y bicarbonatos) en el agua precipita a que se genere una elevada alcalinidad causando que su pH del medio se eleve con el transcurso del tiempo, la alcalinidad puede ser reducida agregando ácidos en el agua de riego (Bárbaro *et al.*, 2015).

1.8. Manejo de café robusta en etapa de vivero

Ramirez (2017) explica que los nutrientes en las plantas cumplen diversas funciones, en consecuencia, a su escasez se genera cambios metabólicos, que se reflejan en el inadecuado desarrollo de la planta, es por esto que las adiciones de nutrientes en la etapa de vivero mejoran la calidad de las plantas, además de traer ventajas comparativas como es la obtención de la planta en lapsos cortos de tiempo, homogéneas y de mejor capacidad de adaptabilidad en condiciones de campo.

En la etapa de vivero, las plántulas de café robusta se deben desarrollar con excelencia en calidad, para ser trasplantadas al lugar de campo.

1.9. Enmiendas

Los abonos orgánicos y enmiendas calientan el suelo permitiendo la absorción efectiva y fácil de los nutrientes hacia la planta. Además, mejora la estructura y textura del suelo, haciéndole más ligero a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos (Delgado, 2017).

Otra de sus ventajas es que permite la permeabilidad del suelo debido a que influye al drenaje y aeración. Aumenta la retención de agua en el suelo cuando llueve, contribuyendo a mejorar el uso de agua para riego por la mejor absorción del terreno, logrando, además, disminuir la erosión por parte del efecto del agua o viento, según Delgado (2017).

Apolo (2014) manifiesta que el objetivo de la aplicación de enmiendas en los suelos salinos es reemplazar el sodio en el complejo de cambio del suelo, con la presencia de sodio al suelo, este se concentra, aumentando y favoreciendo a la formación de nuevas sales sódicas, no obstante si no ocurre dicha filtración, las sales inducidas por la enmienda pueden afectar las plantas, afectando la presión osmótica de la solución del suelo por incremento y por la presencia de la toxicidad inherente en las plantas.

1.9.1. Efecto de los ácidos húmicos en las plantas

Los ácidos húmicos son macromoléculas polielectrolíticas que cumplen un rol importante en el ciclo global de nitrógeno y carbono, además de la regulación en el movimiento de nutrientes y contaminantes ambientales, el uso en la agricultura se ha ampliado por las diversas ventajas a nivel bioquímico, fisiológico y morfológico en las plantas, según Rivera *et al.* (2017).

Los efectos bioestimulantes de las sustancias húmicas sobre el desarrollo y crecimiento de las plantas han sido estudiados exhaustivamente, encontrando un incremento en la longitud de la raíz, tallo, hojas, masa fresca y seca, además del tamaño y calidad de los frutos, que por lo consecuente un beneficio a los rendimientos de las cosechas, según Veobides *et al.* (2018).

Veobides *et al.* (2018) explica que los procesos metabólicos contribuyen a promover el crecimiento y desarrollo de las plantas, entre uno de estos procesos se encuentra la estimulación de la actividad de enzimas encargadas en la síntesis del metabolismo del C y N, que se relacionan al metabolismo del nitrógeno, como la nitrato reductasa, glutamato deshidrogenasa y glutamina sintetasa.

1.9.2. Efectos de los ácidos polihidroxicarboxílicos en las plantas

Aguilar (2015) expone que los correctores como Kitasal (compuesto por CaO, con pH de 4.5) disminuye y regula el exceso de sales en el suelo y en el agua por la actividad de ácidos polihidroxicarboxílicos, corrigiendo la deficiencia o desequilibrio de calcio. Posee materia orgánica y extracto húmico total en su formulación, ofreciendo el desbloqueo de los suelos, consiguiendo una óptima actividad microbiana y mejor intercambio catiónico.

1.9.3. Efecto del yeso agrícola en las plantas

El yeso agrícola posee como componente principal el Sulfato de Calcio dihidratado, siendo una fuente que proporciona Calcio y Sodio, es un producto de desecho industrial

del fosfato, puede usarse como fuente directa de Ca o S para las plantas, además de ser un aditivo para el compostaje de estiércol, para optimizar suelos salinos sódicos y reducir la acidez del subsuelo, según Cuervo (2019).

Vecilla (2020) explica que en casos donde el sodio suele ser intercambiable (PSI) de los suelos demasiados altos en sodio, esto suele disminuirse para el mejoramiento de los suelos y mejorar la conducta de crecimiento en los cultivo, por ende se busca soluciones económicas como es el uso del yeso, que tiene como objetivo agregar calcio, dicho elemento reemplaza al sodio que persiste en los sitios de unión a la arcilla, por ende el sodio puede ser blanqueado del suelo como sulfato de sodio a un sumidero, el sulfato es el residuo del yeso, sin el yeso agrícola el terreno no sería lixiviable, considerando que el yeso disminuye el pH de los suelos altos en sodio o suelos que se aproximan a valores mayores a 9, que en lo general de más valores entre 7.5 a 7.8, siendo valores referenciales de aceptabilidad para el crecimiento de las plantas en el cultivo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del experimento

La ejecución del proyecto tuvo procedencia en el Centro de Apoyo Manglaralto, propiedad de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, la ubicación presenta coordenadas geográficas tales como: latitud sur 01° 50' 36"; longitud oeste 80° 44' 31"; altitud 12 msnm; precipitación anual de 350 mm; temperatura anual promedio varía de 17 °C a 28°C (Orrala and Bazan, 2015). (Figura 1)



Figura 1. Ubicación geográfica del experimento (Centro de apoyo UPSE – Manglaralto)

Fuente: Google Maps (2021).

El centro de prácticas y apoyo UPSE – Manglaralto consta con un área aproximada de 22.6 hectáreas, estas poseen áreas de producción pecuaria, uso forestal, cultivos de ciclo corto, cultivos perennes y pastizales (Solano, 2021).

2.2. Material biológico utilizado

Los materiales en estudio se basan en plantas de café robusta de tipo “conilon” procedentes de la región Amazónica

2.3. Materiales utilizados

2.3.1. Kitasal (60 y 100 ml/m³)

Según (Jiloca Industrial S.A. JISA, 2012) Kitasal es un líquido soluble corrector de aguas salinas, que contiene 9.30% p/p de concentración de óxido de calcio, 17.50 % p/p más excipientes.

La actividad de los ácidos polihidroxicarboxílicos sobre suelos salinos o aguas con exceso de sales, proporciona el medio ideal para la producción del intercambio de iones de sodio por calcio, eliminando la salinización progresiva de los suelos, se recomienda no mezclar con productos que contengan azufre, fósforo o que produzcan alguna reacción alcalina (Jiloca Industrial S.A. JISA, 2012).

Tabla 5. Dosis recomendadas para aguas salinas

AGUA SALINA		
Gramos de sales/litro	mmhs/cm	c.c de Kitasal/m ³ de agua de riego
0,5 - 1,5	0,78 - 2,34	15 - 25
1,5 - 2	2,34 - 3,12	25 - 35
2 - 2,5	3,12 - 3,90	35 - 45
2,5 - 3	3,90 - 4,68	45 - 55
3 - 3,5	4,68 - 5,46	55 - 65
3,5 - 4	5,46 - 6,25	65 - 75
4 - 4,5	6,25 - 7,03	75 - 85

En caso de no tener análisis del agua de riego, se recomienda una dosis orientativa de: 15-70 c.c. de KITASAL/m³ de agua.

Fuente: (Jiloca Industrial S.A. JISA, 2012).

2.3.2. Yeso agrícola 2.5 g

El yeso agrícola es un mineral suave que se compone por sulfato de calcio di-hidratado que ha sido usado por agricultores desde hace mucho tiempo, en su composición pura, se constituye por 79% de sulfato de calcio (23.3 de calcio y 18.6% de azufre) y 21% de agua (Walworth, 2012).

El método de aplicación dependerá de los fines buscados. Por lo general el yeso puede aplicarse en forma sólida o disuelto en agua de riego, siempre y cuando el polvo sea lo suficientemente fino (Walworth, 2012).

2.3.3. Humivita (20 y 40 g)

Humivita es una enmienda orgánica húmica. Es un producto que aporta a la fertilidad del suelo, desarrollando las propiedades biológicas, químicas y físicas. Contiene un 33% p/p (45% s.m.s) de materia orgánica total, extracto húmico de 18% p/p (25% s.m.s), carbono orgánico de 19.30% p/p y una humedad relativa al 25% (Jiloca Industrial S.A. JISA, 2012).

Humivita posee un alto contenido en materia orgánica oxidable y ácidos húmicos en estado natural procedentes de Leonardita. Es un producto que contribuye a la fertilidad del suelo, mejorando sus propiedades biológicas, químicas y físicas (Jiloca Industrial S.A. JISA, 2012).

2.3.4. Herramientas

- Regadera
- Regla
- Esfero
- Libreta
- Letreros para identificación de tratamientos
- Caña picada
- Estacas
- Clavos
- Martillo
- Botellas plásticas de 5 litros
- Plásticos

2.3.5. Equipos

- Balanza
- Calculadora
- Medidor de pH
- Calibrador vernier
- Balanza electrónica digital
- Laptop
- Cámara fotográfica
- Medidor de salinidad

2.3.6. Características agroquímicas del suelo

Para la evaluación del análisis de los componentes del suelo utilizados se referencia bajo el criterio establecido por Solano (2021) (Tabla 6) que refleja el análisis químico del suelo, realizado por el laboratorio de INIAP - Estación Experimental Del Litoral Del Sur (Figura 3) determinó un suelo franco arcilloso; con un pH de 6.3 ligeramente alcalino, fósforo y potasio alto, nitrógeno bajo, suelo no salino, con una C.E. de 0.94 ms/cm.

Tabla 6. Propiedades químicas del suelo perteneciente a la parroquia Manglaralto

Elementos	Cantidad ug/ ml	Interpretación
pH	6,3	Ligeramente ácido
Nitrógeno	19	Bajo
Fósforo	36	Alto
Potasio	1885	Alto
Calcio	5243	Alto
Magnesio	491	Alto
Azufre	23	Alto
Zinc	3,8	Medio
Cobre	7,6	Alto
Hierro	24	Medio
Manganeso	6	Medio
Boro	1,4	Alto

Fuente: (Solano, 2021).

2.3.7. Características agroquímicas del agua

2.3.7.1. Salinidad del agua

Según (Acosta & Salvadori, 2017) los criterios de salinidad de agua son:

- Clase C1: agua de baja salinidad, se usa para la mayor parte de los cultivos, en casi todos los suelos, con las prácticas habituales de riego, la salinidad del suelo tiende a niveles muy bajos salvo en suelos pocos permeables.
- Clase C2: Agua de salinidad moderada, puede usarse en casi todos los cultivos con suelos de buena permeabilidad. En caso de permeabilidad deficiente del suelo, se requiere elegir el cultivo, evitando aquellos muy sensibles a sales.
- Clase C3: Agua de salinidad media, debe usarse en suelos de permeabilidad moderada a buena, aun así, debe efectuarse riegos de lavado para evitar que se acumulen las sales en cantidades nocivas para las plantas. Deben seleccionarse cultivos con tolerancia a la salinidad.
- Clase C4: Agua de salinidad alta, solo debe usarse en casos de suelos de buena permeabilidad, para que los riegos de lavado produzcan lixiviación suficiente para

impedir que las sales se acumulen en cantidades peligrosas. Deben seleccionarse los cultivos a estas condiciones.

- Clase C5: Agua de salinidad muy alta, inapropiada para el riego; sólo puede usarse en suelos muy permeables y con manejos técnicos muy cuidadosos.
- Clase C6: Agua extremadamente salina, no apta para el riego.

Existe un diagrama para la clasificación de agua de riego (RIVERSIDE) en donde se relaciona una serie de clases de agua para riego en función del peligro de salinización y sodificación que pueden provocar (Figura 2)

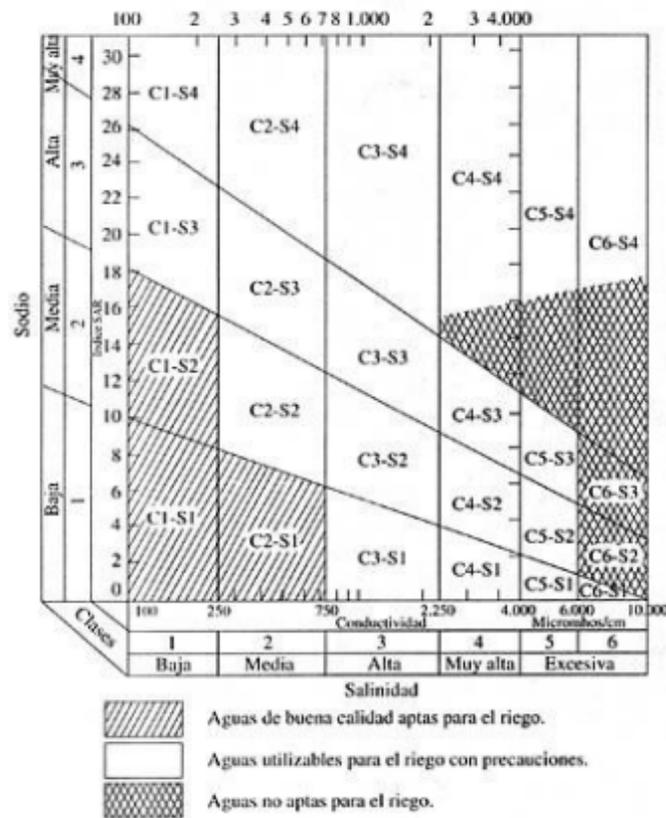


Figura 2. Diagrama de normas de RIVERSIDE para la clasificación de agua de riego

Tabla 7. Criterios de peligro de salinización y restricciones de uso de las aguas empleadas para riego según el Laboratorio de Salinidad de Riverside.

Criterios de salinización			
Clases	Riesgo de Salinización	C.E. (mS.cm-1 a 25°C)	Restricciones de uso
C1	bajo	menor a 0,25	apta
C2	moderado	0,25 - 0,75	apta
C3	medio	0,75 - 2,25	apta con precauciones
C4	alto	2,25 – 4	apta con precauciones
C5	muy alto	4 – 6	no apta
C6	excesivo	mayor a 6	no apta

Fuente: (Acosta & Salvadori, 2017).

2.3.7.2. Sodificación *del agua*

Según (Acosta & Salvadori, 2017) los criterios de sodificación del agua son:

- Clase S1: Bajo peligro de sodificación, pueden usarse en casi todos los suelos sin riesgo de que el nivel del sodio de intercambio se eleve demasiado.
- Clase S2: Peligro de sodificación mediana, estas aguas pueden usarse en suelos de textura gruesa. En suelos de textura fina o con drenaje deficiente, puede elevarse el sodio de intercambio, este efecto se ve atenuado en suelos con yeso.
- Clase S3: Alto peligro de sodificación, son capaces de originar sodificación en casi todos los tipos de suelo, por lo que se requiere manejos técnicos específicos.
- Clase S4: Muy alto peligro de sodificación, aguas inadecuadas para el riego, salvo condiciones de muy baja salinidad.

Tabla 8. Criterios de peligro de salinización y restricciones de uso de las aguas empleadas para riego según el Laboratorio de Salinidad de Riverside.

Criterios de sodificación			
Clases	Riesgo de sodificación	RAS	Restricciones de uso
S1	Baja peligrosidad sódica	0 -10	Apta
S2	Mediana peligrosidad sódica	10 - 18	Apta con precauciones
S3	Alta peligrosidad sódica	18 - 26	Apta con precauciones
S4	Muy alta peligrosidad sódica	mayores a 26	No apta

Fuente: (Acosta & Salvadori, 2017).

Los análisis de agua fueron realizados por INIAP – Estación Experimental Litoral Sur que se muestran en la Figura 4, obteniendo los siguientes parámetros para el agua de la zona de Manglaralto. (Tabla 9)

Tabla 9. Análisis del agua extraída de Manglaralto

ANÁLISIS DEL AGUA	
Condición ambiental	24 °C
Conductividad eléctrica (CE)	5850.0 uS/cm.
Calcio (Ca)	758.80 mg/l y 37.94 meq/L
Sodio (Na)	239.10 mg/l y 10.38 meq/L
Magnesio (Mg)	113.90 mg/l y 9.34 meq/L
Potasio (K)	18.77 mg/l y 0.48 meq/L
Potencial de Hidrógeno (pH)	7.3
RAS (‘)	2
PSI (‘)	2
Porcentaje de Sodio (% Na)	18

Clase **C5 S2**, lo que indica que es una agua de salinidad muy alta con contenido mediano de sodio. No obstante según el criterio estimado anteriormente por (Acosta & Salvadori, 2017) el agua tratada no es apta por su salinidad y apta con recomendaciones por su contenido de sodio.

Tal como Cortés (2008) expresa la caracterización de la textura fina en suelos, el sodio suele estar considerado un peligro, más que todo si los suelos llegan a tener una capacidad alta de intercambio catiónico, más que todo en condiciones de lavado deficiente, no obstante dicho argumento se resuelve si se tiene como alternativa el uso de yeso, por ende este tipo de aguas son usadas en suelos de gruesa textura u orgánicos de permeabilidad eficiente.

Con el medidor de salinidad se midió la correspondiente cifra del agua de riego para tratamiento, dando como resultado 196 x 10 ppm.

2.3.8. Características de las parcelas

Las parcelas experimentales se constituyen por ocho plántulas que estaban sembradas en macetas, de las cuales seis corresponden al área útil de la parcela, mismas que servirán para la toma de datos de las variables de estudio.

2.4. Métodos

2.4.1. Tratamientos y diseño experimental

En la etapa de vivero, el proyecto se conforma por veinticuatro tratamientos totales, pertinentemente a seis tratamientos experimentales a base de enmiendas húmicas en dos concentraciones diferentes a base de Leornadita, dos pertenecientes a desalinizadores

(ácido polihidroxicarboxílicos) en dos diferentes concentraciones, un concentrado de sulfato de calcio, denominado yeso agrícola y un testigo absoluto, el cual no es sometido a ningún tratamiento con enmiendas, solo estará bajo la condición ambiental de estudio del agua salina. Cada uno de estos tratamientos se realizan bajo cuatro replicas o repeticiones. Además, estas evaluaciones se realizaron durante el mes de Julio a noviembre. Los datos se analizaron bajo el modelo de diseño experimental denominado DBCA (Diseño de bloques completamente al Azar), justificando estadísticamente sus variables con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error o 95% de nivel de confianza. (Tabla 10)

Tabla 10. Diseño de tratamientos utilizados en etapa de vivero para cada mes de evaluación de variables de estudio

Tratamiento	Enmendante	Dosis	Riego (Agua de Manglaralto)
1	Humivita	20 g/10 L	Sí
2	Humivita	40 g/ 10 L	Sí
3	Kitasal	60 ml/m ³	Sí
4	Kitasal	100 ml/m ³	Sí
5	Yeso Agrícola	2.5 g/L	Sí
6	0	0	Sí

Tabla 11. Grados de libertad del experimento

Fuente variación	Grados de Libertad
Tratamientos	5
Repeticiones	3
Error	15
Total	23

Cada una de las evaluaciones se realizan a las diferentes variables de estudio por cada enmendantes y por cada mes considerado. Se usó el diseño experimental DBCA (diseño de bloques completamente al azar), en arreglo de seis tratamientos por cada 4 réplicas y/o repeticiones, cada uno de estas replicas y tratamientos considera una evaluación de las variables de estudio mensual, correspondiente a los meses de evaluación. Se usa el análisis estadístico con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error y/o 95% de confiabilidad.

2.5.Delineamiento experimental

El delineamiento experimental de los tratamientos y repeticiones que se utilizó, se muestran en la Tabla 12.

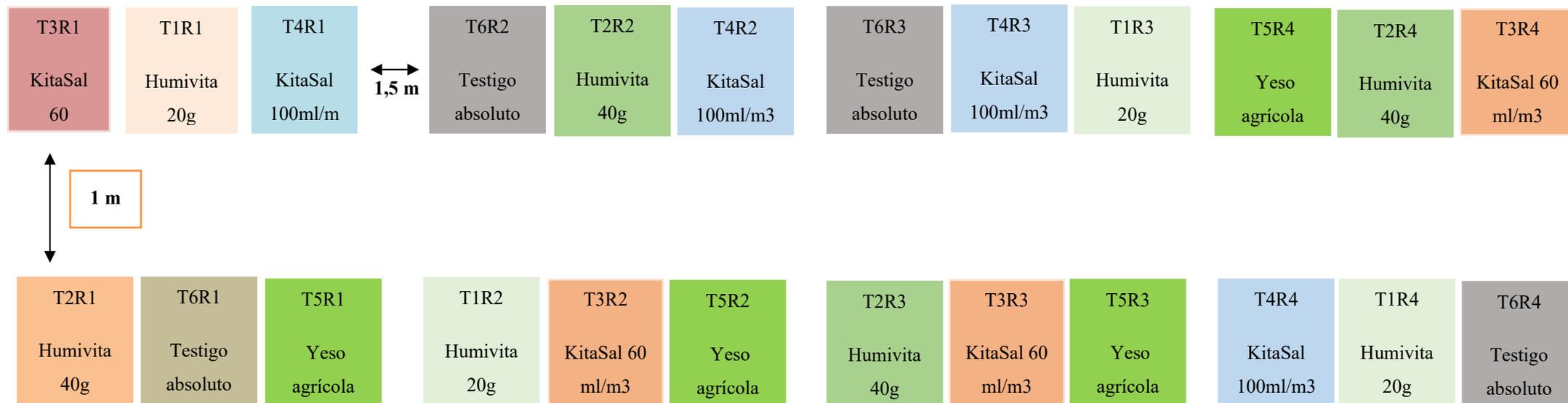
Tabla 12. Delineamiento experimental usado en la investigación " Estudio de enmiendas aplicadas al agua de riego, para ser utilizada en café robusta (*Coffea canephora*), en la etapa de vivero en Manglaralto, Santa Elena "

Delineamiento experimental	
a. Diseño experimental:	DBCA con arreglo grupal
b. Numero de tratamientos:	6
c. Tratamientos totales:	24
d. Numero de repeticiones:	4
e. Meses de evaluación:	3
f. Repeticiones totales:	72
g. Total, de unidades experimentales:	144
h. Numero de plantas por sitio:	1
i. Distancia entre hilera:	0.30 cm
j. Distancia entre plantas:	0.10 cm
k. Número de plantas por fila:	3
l. Número de hileras:	12
m. Área del bloque:	1m ²
n. Área útil del bloque:	4m ²
o. Distancia entre bloques:	1m
p. Número de plantas por bloque:	36
q. Área total del experimento:	4m ²

2.6. Características del campo experimental

2.6.1. Croquis del campo de estudio

Figura 3. Croquis de campo del diseño de estudio aplicado a café robusta



24 PLANTAS POR TRATAMIENTO

4 REPLICAS

144 PLANTAS EN TOTAL

2.7. Detalles de tratamientos

2.7.1. Enmiendas húmicas

- La aplicación de enmienda en el agua se realizó con Humivita con concentraciones de 20 y 40 g/L respectivamente, aplicados a 0, 30 y 60 días de ejecución inicial del experimento.

2.7.2. Corrector de salinidad ácidos polihidroxicarboxílicos

- Se aplicó Kitasal de 60 y 100 ml/m³ respectivamente, al agua por planta a los 0, 30 y 60 días de ejecución inicial del experimento.

2.7.3. Corrector de enmienda yeso agrícola

- El tratamiento tres se realizó con la aplicación de Sulfato de calcio, obtenido del yeso agrícola con concentración de 2.5 g/l

2.7.4. Testigo absoluto

- El testigo absoluto consistió en la nula aplicación de enmiendas, se basó en la aplicación de agua de riego de la localidad.

2.8. Manejo del experimento

2.8.1. Preparación de las bolsas de polietileno

Se procedió a rellenar las bolsas con unos 30 cm de tierra (suelo Manglaralto), dejando un borde de unos 10 cm.

2.8.2. Trasplante

Se realizó en el centro de las bolsas un espacio con el tamaño necesario para hacer el respectivo trasplante, colocando las plántulas y presionando sobre la tierra para fijar la planta, luego se procedió a regar las plantas con agua y para prevenir algún patógeno se colocó un fungicida.

2.8.3. Control de plagas y enfermedades

Se realizó un monitoreo constante para la verificación de algún insecto plaga que sea una amenaza para el experimento. Solo se alcanzó a aplicar un controlador de hormigas alrededor de las bolsas para prevenir que sigan alimentándose de las plantas de Café Robusta.

2.8.4. Control de Malezas

Las arvenses se controlarán de forma manual, realizando rozas pertinentes según se requieran en el desarrollo de cultivo.

2.8.5. Riego

El riego se aplicó en función de la necesidad hídrica de cultivo, con ayuda de una regadera. En esta variable se consideró la etapa climática debido a que el riego se realizaba una vez por semana, hasta dos veces en épocas secas.

2.9. Variables experimentales

Las variables medidas se tomaron a 144 plantas en total, a los 30 y 60 días después de la siembra de la manera que se detalla a continuación

2.9.1. Longitud de planta (LP)

Se evaluó la altura de 144 plantas a los 30 y 60 dds utilizando un flexómetro desde la superficie del suelo hasta el ápice del tallo principal, medida en centímetros.

2.9.2. Diámetro del tallo (DT)

Se midió a los 30 dds (días después de la siembra), debajo del primer par de hojas verdaderas, utilizando un calibrador “Vernier”, en milímetros.

2.9.3. Vigor vegetal (VV)

Esta variable se midió mediante una evaluación de calificación visual sobre el desarrollo y vigor de las plantas de café robusta, esta observación tiene carácter morfológico de evolución del ejemplar a los 30 y 60 dds (Milla Pino et al., 2019). (Tabla 13)

Tabla 13. Escala de vigor vegetal

Escala	Estado de la planta
1	Plantas raquílicas, con poco vigor vegetal, con deficiencias nutricionales
2	Plantas con regular vigor vegetal
3	Plantas con buen vigor vegetal
4	Plantas con muy buen vigor vegetal
5	Plantas sanas con excelente vigor vegetal, sin deficiencias nutricionales

2.9.4. Longitud de hoja (LH)

Se realizó la respectiva medición a los 30 y 60 dds se usó una regla y se expresó en centímetros.

2.9.5. Ancho de hoja (AH)

Se midió a los 30 y 60 dds, esto se realizó con la ayuda de una regla y se expresó en centímetros.

2.9.6. Número de hojas (NHO)

Se realizó el conteo de hojas verdaderas de cada una de las plantas en estudio cada 30 y 60 dds.

2.9.7. Área foliar (AF)

Para la obtención de datos de esta variable se procedió a evaluar la hoja más joven de la planta, considerando el largo (L) y ancho (A) de las muestras, de la misma forma se realiza el producto matemático junto al factor de proporcionalidad 0.66 (F) (Ilmi et al., 2018). Los valores pertenecientes se realizaron a los 30 y 60 dds a cada factor realizado bajo una formulación matemática, como se presenta a continuación:

$$AF = \Sigma (L \times A) \times F$$

2.9.8. Hojas afectadas por salinidad (HAS)

Medida en porcentaje, tras la división entre el número de las puntas de las hojas afectadas por salinidad (secamiento) para el número total de hojas de la planta. A los 30 y 60 días después del trasplante (Suárez, 2010) presenta:

$$HAS = \frac{\text{Número de hojas afectadas}}{\text{Total de hojas de la planta}} \times 100 = \%$$

Además, los datos de esta variable fueron transformados mediante la fórmula **-log (x.1000)**, fórmula propuesta por Campos (2020).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterización del estado de desarrollo de la planta

Todos los datos obtenidos durante cada fase del experimento fueron registrados con exhaustividad, y se refleja en los siguientes resultados, respectivamente. Cada acción estadística fue realizada con la ayuda del programa Infostat.

3.1.1. Longitud de la planta (LP) a los 30 días después de la siembra

En esta variable no se encontró significancia estadística, con un p-valor de (0,5574) según el análisis de la varianza (Tabla A1). En el análisis se encontró que el promedio general fue de 7.65 cm de longitud de planta y el coeficiente de variación de 15.93 %.

Se muestra en la Tabla 14 la comparación de las medias del primer mes de evaluación, (30 días después de la siembra), en ella se aprecia que no existen diferencias en su significancia, en ninguna fuente de variación, esto se evidencia según la prueba de Tukey al 5%.

3.1.2. Longitud de planta (LP) a los 60 días después de la siembra

Para la variable longitud de planta a los 60 días de evaluación, mediante el análisis de varianza (Tabla A 2) mostro que no existió diferencia significativa en los tratamientos y un p-valor de (0.1365), con una media de 7.43 cm de longitud de planta y un coeficiente de variación de 16.33%.

En la Tabla 14 se observa las comparaciones de media a los 60 días de la variable longitud de planta, después de haber suministrado la dosis correcta a cada enmienda, se puede reflejar que no existe evidencia estadística significativa en ninguna de las fuentes de variación analizadas.

En el presente estudio no se encontraron diferencias significativas en los tratamientos aplicados, debido a que las dosis correspondientes hacen alusión a un buen trato con el tiempo, esto se considera dentro de la etapa de los 30 y 60 días correspondientes al desarrollo de la etapa del vivero de la planta. Se observó en la Tabla 14 que a las réplicas que se le aplicaron Humivita 20 g mantuvieron una media entre 7,93 y 7,99 entre los 30 y 60 días de aplicación, respectivamente, por ende la investigación de Arizaleta & Reinaldo (2008) refiere que al presentarse bioestimulantes y enmendantes orgánicos que benefician relativamente la longitud de raíz contribuye al crecimiento de la longitud de la planta debido al mayor proceso de absorción de agua y minerales, mientras tanto Cadena

and Ochoa (2011) manifiestan que los ácidos húmicos contribuyen de manera significativa a la fertilidad y estabilidad del suelo, generando un crecimiento impecable de la planta, además de contribuir a la absorción de nutrientes, por lo tanto, se deduce que la combinación en agua de riego proporcionara mejoras en el cultivo, incrementando el metabolismo fisiológico de las plantas en cualquier etapa de crecimiento.

En la Tabla 14 se puede apreciar que el tratamiento Humivita 20g obtuvo mejores resultados en cuanto a esta variable con 7,99 cm, mientras que, el tratamiento Kitasal 100ml/m³ tuvo un menor promedio con 7,36 cm de longitud de la planta a los 30 y 60 días dds.

Tabla 14. Longitud de planta a los 30 y 60 días después de la siembra en centímetros.

Tratamiento	Longitud a los 30 días		Longitud a los 60 días	
	Media	Letra	Media	Letra
Humivita 20 g	7,93	A	7,99	A
Kitasal 60 ml/m ³	7,56	A	7,8	A
Humivita 40 g	7,4	A	7,68	A
Yeso Agrícola 2.5 g/l	7,53	A	7,65	A
Testigo absoluto	6,98	A	7,41	A
Kitasal 100 ml/m ³	7,22	A	7,36	A

3.1.3. Diámetro de tallo (DT) a los 30 días después de la siembra

El análisis de la varianza para la variable diámetro de tallo de la Tabla A 3 a los 30 primeros días de evaluación se puede observar que no hay diferencia significativa en los tratamientos, un p-valor de (0.2513), con una media de 0.199 cm de diámetro de tallo y un coeficiente de variación de 14.50%, respectivamente.

La Tabla 15 muestra las comparaciones de las medias a los 30 primeros días de vivero, evidenciamos que no existen diferencias estadísticamente significativas, situación que demuestra la prueba de Tukey con un 5% de error.

3.1.4. Diámetro de tallo (DT) a los 60 días después de la siembra

El análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (Tabla A 4) a los 60 días después de la siembra, es notable que no existe diferencia significativa en los tratamientos, un p-valor de (0.7744), con un coeficiente de variación de 10.59 y una media de 0.2 cm respectivamente.

La Tabla 15 muestra los contrastes de las medias a los 60 días después de haber aplicado las enmiendas respectivas a la dosis y/o concentración aplicada, se evidencia que no existe

variabilidad o diferencia estadísticamente significativa, respaldado por la prueba de Tukey al 5%. La variable diámetro del tallo al ser evaluada, se determinó que no existe variabilidad significativa entre los datos obtenidos.

Los resultados obtenidos en la Tabla 15 demuestran que no existe significancia estadística, por lo que argumenta que los efectos de los enmendantes suelen mantener la estabilidad de la planta, más que todo en la variable de tallo, como en la investigación realizada por Muñoz (2022) quien poseía una media similar a la variable estudiada, concordando con Honorio (2019) quien indica que con un tiempo más amplio se obtiene un diámetro de tallo de 0.5 cm, lo que da indicios a la coincidencia de aseveraciones sobre el tiempo y su incidencia en el desarrollo del diámetro de tallo, además Ramos (2000) argumenta en base al estudio de plantas de tomate, quien encontró que los ácidos que provienen de extractos vegetales reducen la creación de biomasa antagónica a los ácidos provenientes de minerales como la Leornadita, de esta manera se atribuye a que los extractos vegetales suelen tener mejor solubilidad siendo este un factor predisponente para que se genere el desarrollo y crecimiento de la planta, gracias a la absorción de algunos micronutrientes.

Como se muestra en la Tabla 15 a los 60 días después de la siembra se pudo observar cambios en esta variable, obteniendo los siguientes resultados: el tratamiento más eficiente fue Humivita 20g con 0,21 cm, mientras que, el tratamiento Kitasal 100ml/m³ tuvo un menor promedio con 0,2 cm de diámetro de tallo a los 30 y 60 días dds.

Tabla 15. Diámetro de tallo a los 30 y 60 días después de la siembra en centímetros.

Tratamiento	Diámetro a los 30 días		Diámetro a los 60 días	
Testigo absoluto	0,21	A	0,2	A
Kitasal 60 ml/m ³	0,2	A	0,2	A
Yeso Agrícola 2.5 g/l	0,2	A	0,2	A
Humivita 20 g	0,2	A	0,21	A
Kitasal 100 ml/m ³	0,19	A	0,2	A
Humivita 40 g	0,19	A	0,21	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

3.1.5. Vigor Vegetal (VV) a los 30 días después de la siembra.

Los resultados de la Tabla A 5, referente al análisis de varianza de la variable vigor vegetal, a los 30 días después de la siembra, no evidencia diferencia estadística significativa en los tratamientos, con un p-valor de (0.269), promedio general de 4.9 y un coeficiente de variación de 5.36%.

En la Tabla 16 se reflejan las comparaciones de las medias que se establecen mediante la prueba de Tukey al 5%, expresando que no existen diferencias estadísticamente significativas.

3.1.6. Vigor Vegetal (VV) a los 60 días después de la siembra.

Los datos y resultados evaluados en base a la Tabla A 6 que refleja el análisis de la varianza de la variable vigor vegetal a los 60 días después de la siembra, manifiesta que no existe diferencia estadística significativa, con un p-valor (0.4204) y la confiabilidad del coeficiente de variación es de 2.08%, con una media aritmética de 4.

En la Tabla 16 se evidencia las comparaciones de medias según la prueba Tukey al 5% de error. Entre las medias no existes diferencias estadísticamente significativas.

El efecto de las enmiendas sincronizaron el efecto salino del agua de riego con el vigor de la planta, sin embargo al considerar la conductividad eléctrica descrito por el estudio de INIAP (s.f) que especifica un valor de 5.9 ds/cm-1 y el argumento de Zapata and Khalajabadi (2015) quienes justifican que un suelo empieza a presentar problemas de sales cuando su conductividad eléctrica es superior a 2dS cm-1, por lo tanto las diferencias detectadas en la CE se relacionan principalmente con la habilidad de retención de sales, pudiendo afectar negativamente el crecimiento de las plantas, su vigor, e inclusive llevarlas a causar su muerte, Suárez (2018) determina un valor de 1.2 ds cm-1 en CE, debido a que gracias a su estudio determinó que los valores mayores a lo establecido generan daños a la planta, sin embargo (Lino, 2019) difiere en los valores de conductividad eléctrica de agua en el mes de octubre de 2017 y 2018, alcanzan 3.6 dS/m y 4.6 dS/m respectivamente, siendo consideradas como C4 y C5, siendo de salinidad alta y muy alta, este último factor es considerado inapropiada para el riego y solo pueden ser empleadas en ejemplares con resistencias y/o tolerancia a las sales. Suárez (2010) corrobora la información en base a su estudio, puesto que la residualidad de las sales, cuando se refiere a conductividad eléctrica demostrado en el campo en base a la aplicación de enmendantes en base de calcio como Kitasal, yeso agrícola y carbonato de

calcio, a profundidades de 5, 10 y 15 cm mantuvieron concentraciones inferiores a 2 dS/m de sales en el suelo, considerado un suelo sin problemas de salinización.

Tabla 16. Vigor vegetal a los 30 y 60 días después de la siembra (en escala).

Tratamiento	Vigor vegetal a los 30 días		Vigor vegetal a los 60 días	
	Media	Letra	Media	Letra
Humivita 40 g	5	A	4	A
Humivita 20 g	5	A	4,04	A
Testigo absoluto	5	A	4	A
Kitasal 100 ml/m ³	5	A	4	A
Kitasal 60 ml/m ³	5	A	4	A
Yeso Agrícola 2.5 g/l	5	A	4	A

3.1.7. Longitud de la hoja (LH) a los 30 días después de la siembra

En la Tabla A 7 se evidencia el análisis de varianza de la variable longitud de la hoja, en su primera evaluación indica que no hay diferencia estadística significativa entre los tratamientos, con un p-valor de (0.634), un coeficiente de variación de 16.82% y una media de 6.7.

Se puede observar que en la Tabla 17 los contrastes de las medias según el método de evaluación de Tukey al 5% de error, no se reflejan diferencias estadísticamente significativas.

3.1.8. Longitud de la hoja (LH) a los 60 días después de la siembra

La Tabla A 8 expone el análisis de varianza de la variable longitud de la hoja a los 60 días después de la siembra. Encontrándose que no existe diferencia significativa entre el p-valores de tratamiento (0.941), con la planta. Con un coeficiente de variación de 18.96% y una media aritmética de 6.69 cm.

Se observa que en la Tabla 17 las diferencias entre medias, las mismas que no muestran diferencias estadísticamente significativas, lo que se demuestra bajo la prueba de Tukey al 5%. En la variable longitud de la hoja del café robusta no reflejó significancia estadística según la prueba de Tukey al 5%, sin embargo, se pudo evidenciar que las medias son ligeramente superiores al tratamiento de Kitasal.

En evidencia a los datos obtenidos el corrector salino pudo mantener una media superior, puesto a que el efecto de estos puede reducir el nivel de salinidad del agua de riego, como

manifiesta en base a la investigación realizada por Ahmed et al. (2013), las plantas están capacitadas para tolerar el estrés a través de la disipación de sales, a través de la auto regulación de decrecimiento de hoja y caída de esta, y en casos extremos de sus frutos. Así mismo Abdel and Chaoxing (2017) explican que el efecto evidente ante un estrés de carácter salino es la reducción de la capacidad de absorción hídrica, que suele expresarse mediante la reducción de la expansión foliar y pérdida de turgencia vegetativa, es decir, una planta que se expone a un entorno salino trata de equilibrar su potencial hídrico mediante la reducción del potencial osmótico y de turgencia, por ende, la planta se observara delgada y pequeña.

Tabla 17. Longitud de la hoja a los 30 y 60 días después de la siembra en centímetros.

Tratamiento	Longitud de la hoja a los 30 días		Longitud de la hoja a los 60 días	
	Media	Letra	Media	Letra
Kitasal 60 ml/m ³	6,74	A	7,03	A
Kitasal 100 ml/m ³	6,78	A	6,81	A
Testigo absoluto	6,74	A	6,76	A
Humivita 40 g	6,58	A	6,7	A
Humivita 20 g	6,55	A	6,7	A
Yeso Agrícola 2.5 g/l	6,53	A	6,45	A

3.1.9. Ancho de la hoja (AH) a los 30 días después de la siembra

Los resultados del análisis de varianza del ancho de la hoja a los 30 días después de la siembra (Tabla A 9) revelan que no existe diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con un p-valor de (0.8581), con una media de 2.54 cm y un coeficiente de variación de 15.27%.

En la Tabla 18 se expone las comparaciones de medias según la prueba de Tukey al 5%, entre las medias no existe diferencias estadísticamente significativas.

3.1.10. Ancho de la hoja (AH) a los 60 días después de la siembra

Los resultados obtenidos, según la Tabla A 10 que representa el análisis de varianza de la variable ancho de hoja a los 60 días después de la aplicación de los enmendantes, revela que no existe diferencia estadísticamente significativa con un p-valor de 0.7789, coeficiente de variación de 20.65% y una media de 2.64 cm.

En la Tabla 18 se evidencia las comparaciones de medias según la prueba de Tukey al 5% de error, presentándose con la inexistencia de diferencias estadísticamente significativas.

Según lo establecido, los datos reflejan medias constantes, por lo que se argumenta que los enmendantes y correctores salinos mantuvieron la morfología y fisiología de la hoja en base al control de salinidad del agua de riego, como lo demuestra CIMMYT (2013) en base a su investigación que las plantas que crecen en suelos salinos, reducen su crecimiento foliar, de tallo y de hojas, evitando su expansión, así mismo la acumulación de las sales tiene un efecto perjudicial, afectando cierta área de la hoja y matando a la planta eventualmente, debido a que mientras mayor es el nivel de salinidad, más rápido se evidencian los decrecientes rendimientos. De la misma manera Cardona et al. (2017) concuerda en que los efectos fundamentales del NaCl en las variables morfológicas y fisiológicas se relacionan a la toxicidad de iones, las cuales serán determinantes de las reducciones en el crecimiento, división mitótica, actividad metabólica y absorción del agua.

Tabla 18. Ancho de la hoja a los 30 y 60 días después de la siembra en centímetros.

Tratamiento	Ancho de la hoja a los 30 días		Ancho de la hoja a los 60 días	
Kitasal 60 ml/m ³	2,59	A	2,60	A
Kitasal 100 ml/m ³	2,59	A	2,65	A
Testigo absoluto	2,56	A	2,78	A
Humivita 40 g	2,55	A	2,65	A
Yeso Agrícola 2.5 g/l	2,52	A	2,55	A
Humivita 20 g	2,46	A	2,61	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

3.1.11. Número de hojas (NH) a los 30 días después de la siembra

Los resultados del análisis de varianza (Tabla A 11) de la variable número de hoja a los 30 días muestra una significancia estadística entre los tratamientos con un p-valor (0.0094), media aritmética de 3.2 y un coeficiente de variación de 29.10%.

En la Tabla 19 se evidencia las comparaciones de media según la prueba de Tukey al 5%, reflejando que existe diferencia estadística significativa entre los grupos de tratamientos de Yeso agrícola, Testigo absoluto y Kitasal de 100 ml/m³.

3.1.12. Número de hojas (NH) a los 60 días después de la siembra

Los resultados de análisis de varianza de la variable número de hoja a los 60 días (Tabla A 12) que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos con un p-

valor de (0.0596), confiabilidad del coeficiente de variación de 20.17% y una media de 4.4.

En la Tabla 19 se evidencia el contraste de medias según la prueba de Tukey al 5%, mostrando que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

En el presente estudio de la variable número de hojas se encontró diferencia estadísticamente significativa en el p-valor perteneciente a los tratamientos a los 30 y 60 días después de la siembra, demostrando según la prueba de Tukey al 5% de error, que existían comparaciones de medias que poseían significancia estadística, esto se refleja entre los grupos en donde se muestra que humivita 20g obtiene un promedio alto, seguido del Yeso agrícola. Según lo denotado se considera al yeso agrícola un buen corrector salino para evidenciar el número de hojas, como lo expone Alvarado (2021) en base a su investigación en los parámetros de costo beneficio, y morfofisiología de la planta, más que todo en el número de hojas, usando tratamientos húmicos y yeso agrícola, los resultados se ven reflejados en el mismo trabajo de investigación, tal como presento León (2021) quien realizó un ensayo a primera cosecha y obtuvo mejores tratamientos con yeso agrícola y humus, tratamientos que generó rentabilidad económica y mejores resultados fisiológicos, por ende Casallas *et al.* (2021) explica que la planta de café es afectada por diferentes factores abióticos como sequía, salinidad, competencia intraespecífica, controlada por la conductividad eléctrica, considerándose estrés por salinidad provocando cambios complejos en la fisiología y metabolismo de las plantas de café, quienes enfrentan estreses como son: iónico, oxidativo y osmótico.

Tabla 19. Número de hoja a los 30 y 60 días después de la siembra.

Tratamiento	Número de hoja a los 30 días		Número de hoja a los 60 días	
Yeso Agrícola 2.5 g/l	3,75	A	4,58	A
Humivita 20 g	3,42	A B	4,71	A
Humivita 40 g	3,25	A B	4,54	A
Kitasal 60 ml/m ³	3,08	A B	4,04	A
Testigo absoluto	2,92	B	4,33	A
Kitasal 100 ml/m ³	2,83	B	4,13	A

3.1.13. Área Foliar (AF) a los 30 días después de la siembra

Los datos del análisis de varianza del área foliar a los 30 días después de la siembra (Tabla A 13), revela que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos con un p-valor de 0.7366, coeficiente de variación de 29.13% y media aritmética de 12.98.

En la Tabla 20 se evidencia los contrastes de medias según la prueba de Tukey al 5% de error, entre las medias no hay diferencias estadísticas significativas.

3.1.14. Área Foliar (AF) a los 60 días después de la siembra

Según los resultados del análisis de varianza del área foliar a los 60 días después de la siembra presentado en la Tabla A 14 no muestra significancia estadística con un p-valor de 0.133, coeficiente de variación de 23.23%, media aritmética de 14.08.

En la Tabla 20 se evidencia las comparaciones de medias según la prueba de Tukey 5% de error, entre las medias no se hallaron diferencias estadísticas significativas. Por lo tanto, la variable área foliar es considerada una variable biométrica que según la evaluación estadística no tiene incidencia por la aplicación de dosis de enmiendas, en base al estudio realizado por INIAP (s.f) especifica que el pH es de 7.3, sin embargo Solano (2021) relata en base a su estudio que el pH es de 6.3, valores que toman un considerable efecto en el desarrollo óptimo de la planta, más allá de aquel valor, las plantas presentarían problemas en desarrollo y crecimiento, tal como concuerda Castañeda (2000) explicando que el cultivo de café se desarrolla en un pH óptimo de 4.5 a 5.5, de en consecuencia (Blanco, 2006) expone que las enmiendas se usan para corregir el pH del suelo en rangos de 5.6 a 6.5, sin embargo suelen ser adecuados para el cultivo de cualquier especie de café, no obstante, las plantas tendrían desarrollo deficiente, crecimiento anormal de raíces, reducción del metabolismo de absorción de nutrientes y escaso aumento de la parte aérea de la planta.

Tabla 20. Área foliar a los 30 y 60 días después de la siembra en centímetros.

Tratamiento	Área foliar a los 30 días		Área foliar a los 60 días	
Kitasal 60 ml/m ³	13,33	A	13,75	A
Kitasal 100 ml/m ³	13,43	A	13,96	A
Testigo absoluto	13,17	A	17,21	A
Humivita 40 g	12,79	A	13,95	A
Yeso Agrícola 2.5 g/l	12,47	A	12,49	A
Humivita 20 g	12,25	A	13,52	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

3.1.15. Hojas afectadas por salinidad (HAS)

Los datos del análisis de varianza de la variable hojas afectadas por salinidad a los 60 días después de la siembra (Tabla A 15), revela que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos con un p-valor de 0.1537, coeficiente de variación de 34.22% y media aritmética de 42.03.

En la Tabla 21 se evidencia los contrastes de medias según la prueba de Tukey al 5% de error, entre las medias no hay diferencias estadísticas significativas.

El decaimiento de las hojas y la afección de la salinidad del agua en las hojas están relacionado con el estrecho desbalance iónico del suelo y su solución, tal como lo menciona Solano (2010) en su investigación quien corrobora que la salinidad reduce la asimilabilidad del agua del suelo para el cultivo y su punto de marchitez aumenta, ocurriendo una reducción del metabolismo de nutrientes por la competencia de sodio. De acuerdo a Solano (2010) es lo que se observó a los 60 dds en las hojas de las plantas de café robusta, bordes con quemaduras y hojas en decaimiento, es decir que, en medios salinos, aunque exista, una humedad elevada, las plantas sufren estrés hídrico, se secan y acaban muriendo.

Tabla 21. Hojas afectadas por salinidad (HAS - medida en porcentaje) a los 60 días después de la siembra.

Tratamiento	Porcentajes de datos reales	Porcentajes de datos transformados	
Kitasal 100 ml/m ³	45,14	4.65	A
Humivita 40g	44,44	4.64	A
Yeso agrícola 2,5 g/L	43,12	4.63	A
Humivita 20g	42,78	4.63	A
Kitasal 60 ml/m ³	42,01	4.62	A
Testigo Absoluto	34,72	4.54	A

De acuerdo a la investigación de Lamz (2017) indica que la alta concentración de sales le ocasiona un desequilibrio iónico y estrés osmótico. Un fuerte estrés salino rompe la homeostasis del potencial hídrico y la distribución de iones. a inducción de estrés osmótico por los efectos causados por el estrés salino, así como por los efectos del estrés hídrico influye directamente en el metabolismo de las plantas y por consiguiente en su crecimiento y desarrollo lo que tiene un costo desde el punto de vista del rendimiento agrícola.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Los tratamientos en estudio no mostraron diferencia significativa en las variables estudiadas, salvo en el número de hojas a los 30 días
- La alta concentración de sales en el agua de riego no permitió un buen desempeño de las dosis de enmiendas.
- El análisis de agua determina la conductividad eléctrica en 5850 uS/cm, clasificándose en clase C5S2, considerada con salinidad muy alta y riesgo de sodicidad media.

Recomendaciones

- Se recomienda establecer estudios investigativos en el tema estipulado, agregando más tiempo de evaluación para identificar mejores resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdel, A. and Chaoxing, H. (2017) 'Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth, mineral nutrition, antioxidant enzymes activity and fruit yield of tomato grown under salinity stress', *Sci, Hort*, 127(3), pp. 228–233.

Acosta, J., & Salvadori, J. (2017). Evaluación de la calidad de agua para riego mediante el empleo de criterios actualizados. Universidad Nacional de la Pampa.

Aguilar, I. (2015) *Respuesta agronómica del cultivo de arroz (oryza satival.) a la aplicación de un corrector de suelos salinos y tres fuentes de fertilizantes nitrogenados*. Universidad de Guayaquil. Available at: [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7342/1/RESPUESTA AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE ARROZ.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7342/1/RESPUESTA_AGRONÓMICA_DEL_CULTIVO_DE_ARROZ.pdf).

Ahmed, M.Z. et al. (2013) 'The influence of genes regulating transmembrane transport of Na on the salt resistance of *Aeluropus lagopoides*', *Watanabe*, 40, pp. 860–871.

Alvarado, H. (2021) Respuesta productiva del café arábigo Sarchimor 4260 (*Coffea arabica* L) a diferentes fuentes de fertilización. Segunda cosecha. Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Arizaleta, M. and Reinaldo, P. (2008) 'Respuesta de plántulas de cafeto al tamaño de la bolsa y fertilización con nitrógeno y fósforo en vivero', *Agrociencia*, 42(1), pp. 47–55.

Arzube Mayorga, M., Orrala Borbor, N., León Mejía, Á., & Ramírez Flores, L. (2017). Comportamiento productivo de clones de café robusta (*Coffea Canephora* p) en Manglaralto, Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 4(1), 34–38. <https://doi.org/10.26423/rctu.v4i1.237>

Apolo, J.P. (2014) "Efecto de la aplicación de una enmienda en suelo salino y dosis de silicio para mejorar la productividad en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* l.)". Universidad de Guayaquil.

Bárbaro, L. A., Karlanian, M. A. and Mata, D. A. (2015) 'Importancia del pH y la Conductividad Eléctrica en los sustratos para plantas', *Instituto de Floricultura CIRN*, pp. 1–15. Available at: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_importancia_del_ph_y_la_conductividad_elctrica.pdf.

Blanco, J. O. (2006). Acondicionadores y mejoradores del suelo.

bibliotecadigital.agronet.gov.co%0D

Cadena, L. and Ochoa, K. (2011) 'Ácidos carboxílicos naturales'.

Campos, C. (2020) Eficacia de enraizantes en la clonación de genotipos de *Coffea canephora* Pierre, en Manglaralto, Santa Elena. UPSE.

Casallas, J. et al. (2021) 'Análisis de los efectos del estrés salino por uso excesivo de fertilizantes de síntesis química en el cultivo de café (*Coffea arabica* L) mediante una recopilación bibliográfica.'

Castañeda, E. (2000) 'El ABC del Café CEI ABC del Café Cultivando Calidad, ADEX – USAID USAID', Tecnatrop S.R.L.

Castellón, J., Bernal, R. and Hernández, M. (2015) 'Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala', *Ingeniería*, 19(1), pp. 39–50. Available at: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46750924004>.

Canet Brenes, G. et al. (2016) La situación y tendencias de la producción de café en América Latina y el Caribe, Iica. Available at: <http://www.iica.int/sites/default/files/publications/files/2017/BVE17048805e.pdf>.

Cardona, W.A. et al. (2017) 'Efecto de la salinidad sobre el crecimiento vegetativo de plantas de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) micorrizadas y sin micorrizar', *REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS*, 11(2), pp. 253–266. doi:<http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2017v11i2.6109>.

CENAIM-ESPOL (2018) 'Datos climáticos de Manglaralto'.

Centre, I. T. (2016) *Guía del exportador de café*. Ginebra: ITC.

CIMMYT (2013) 'La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos', p. 78.

Cordón, L. (2019) *Monitoreo de la calidad de almácigo de café*. Guatemala, Escuintla.

Cortés, J.M. (2008) Parámetros de calidad del agua procedentes del acuífero del Valle del Yaqui, Sonora, e índices de riesgo asociados a su uso agrícola en suelos arcillosos. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, S.C. Available at: https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/320/1/cortes_j.pdf.

Cuervo, J. (2019) *Efecto del yeso agrícola en suelos ácidos de Colombia: control de aluminio tóxico, profundidad y residualidad*. Universidad Nacional de Colombia. Available at:

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/75641/10285730.2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Delgado Londoño, D. M. (2017) 'Aplicación de enmiendas orgánicas para la recuperación de propiedades físicas del suelo asociadas a la erosión hídrica', *Lámpsakos*, 1(17), p. 77. doi: 10.21501/21454086.1907.

Enriquez, G. and Duicela, L. (2018) *Control integrados de enfermedades del café In Guía técnica para la producción y poscosecha del café robusta*. Portoviejo: EC. COFENAC.

Estrada, M. (2012) Calidad del agua y manejo de sus diferentes niveles para el óptimo rendimiento del cultivo del arroz, en el valle de sébaco, durante el periodo julio-diciembre, 2011. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

FACSA (2016) 'La dureza del agua', *FACSA ciclo integral del agua*, 1, p. 2. Available at: <https://www.facsa.com/municipios/wp-content/uploads/2016/02/Facsa-dureza-del-agua-Alcora.pdf>.

Fernández, F. (2017) *Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo de cultivo Café Robusta - Coffea Canephora*,. Orellana, Ecuador.

Godoy, A. (2016) *Manual técnico para la producción de café robusta*. Guatemala: ANACAFÉ.

González, M. and Lamz, A. (2013) *La salinidad como problema en la agricultura: la mejora vegetal una solución inmediata*.

Gund Institute For Environment (2020) 'Agroecología y Medios de vida en los sistemas de café globales'.

Honorio, J. (2019) Efecto del tipo y escarificación de la semilla de café (coffea canephora pierre) y su relación con el desarrollo de plantones en 44 vivero en tingo maría. Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Ilmi, A., Robert, A., Martínez C. (2018) 'Efecto de FitoMas-E sobre el crecimiento de Helianthus annuus L. cv. CIAP JE- 94 en periodo poco lluvioso', *Revista Centro Agrícola*, 45(4).

Jiloca Industrial S.A. JISA (2012) Catálogo de productos de la empresa JISA y utilización de los mismos en todos los cultivos. Available at:

<https://www.fertilizantesyabonos.com/wp-content/uploads/catalogo-agronutrientes-jisa.pdf>.

León, M. (2021) 'Respuesta productiva del café arábigo sarchimor 42-60 (Coffe arabiga L) a diferentes fuentes de fertilización. Jipijapa.'

Lino, J. L. (2019) "Comportamiento espacial y temporal de la salinidad de suelos y aguas del centro de apoyo Manglaralto UPSE". UPSE. Available at: <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/4993/UPSE-TIA-2019-0025.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Ministerio de Agricultura (2018) *Tercer censo nacional agropecuario. Resultados nacionales y provinciales*. Quito, Ecuador.

Milla Pino, M. E. et al. (2019) 'Características morfológicas de variedades de café cultivadas en condiciones de sombra', *Acta Agronómica*, 68(4), pp. 271–277. doi: 10.15446/acag.v68n4.70496.

Muñoz, L. (2022) Evaluación morfológica de café robusta (*Coffea Canéphora*) en etapa de vivero a la aplicación de MicroEssentials SZ. Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Orrala, N. and Bazan, A.R.. (2015) Determinación de dosis óptima de nitrógeno en dos híbridos de cebolla *Allium cepa* l., en Manglaralto, cantón Santa Elena. Universidad Estatal Península de Santa Elena. Available at: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/909>.

OIRSA. (2000). manual técnico buenas prácticas del cultivo de café.

Ramirez, J. G. (2017) *Desarrollo en etapa de vivero de Gmelina arbórea Roxb. ex Sm sometida a tres dosis de fertilización y dos sustratos*. Medellín, Colombia.

Ramos, R. (2000) Aplicación de sustancias húmicas comerciales como productos de acción bioestimulante. Efecto frente al estrés salino. Universidad de Alicante España.

Rivera Gonzalez, M. V., Gómez Gómez, L. C. and Cubillos-Hinojosa, J. G. (2017) 'Efecto de ácidos húmicos sobre el crecimiento y la composición bioquímica de *Arthrospira platensis* (Cianobacteria)', *Revista Colombiana de Biotecnología*, 19(1), pp. 71–80. doi: 10.15446/rev.colomb.biote.v19n1.58316.

Solano Gómez, M.V. (2021) Fertirrigación nitrogenada en el cultivo de maíz (*Zea mays*), híbrido advanta en el centro de prácticas UPSE en la parroquia Manglaralto, cantón Santa

Elena. Universidad Estatal Península de Santa Elena

Suárez, L. (2018) ‘Plantas hospedantes de *Toumeyella coffeae* y *Punto barberi* (hemiptera) en agroecosistemas cafeteros de Norte de Santander, Colombia.’

Suárez Valles, M. Á. (2010) *Efecto de enmiendas de origen químico y orgánico en condición de salinidad del agua de riego para incrementar el rendimiento de cebolla *Allium cepa* l.* UPSE.

Vecilla, J.P. (2020) “Enmiendas orgánicas como alternativas de manejo en suelos afectados por salinidad en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)”. Universidad Técnica de Babahoyo.

Venegas, S., Orellana, D. and Pérez, P. (2018) ‘La realidad Ecuatoriana en la producción de café’, *Revista Científica de Investigación actualización del mundo de las Ciencias*, 2, pp. 72–91.

Veobides Amador, H., Guridi Izquierdo, F. and Vázquez Padrón, V. (2018) ‘Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental’, *Cultivos Tropicales*. scielocu, pp. 102–109.

Villón, J. (2017) *Comportamiento productivo de nueve genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el quinto año de producción en el Centro de Producción y Prácticas Manglaralto de la UPSE*. Universidad Península de Santa Elena.

Walworth, J. (2012) *Using Gypsum and other Calcium Amendments in SouthWestern Soils*. College of Agriculture & Life Sciences. University of Arizona.

Zapata, D. and Khalajabadi, S. (2015) Crecimiento de café (*Coffea arabica* l.) durante la etapa de almácigo en respuesta a la salinidad generada por fertilizantes’, *Revista de Ciencias Agrícolas*, 31. ‘Universidad de Nariño revista de ciencias agrícolas julio - diciembre 2014, 31 (2): 40 - 50

ANEXOS



Figura 1A. Trasplante de las plántulas de Café robusta de tipo conilon en las bolsas



Figura 2A. Construcción de vivero para el ensayo



Figura 3A. Cálculos y peso para sacar las dosis de los tratamientos



Figura 4A. Aplicación de las enmiendas al agua de Manglaralto



Figura 5A. Aplicación de los tratamientos en las plantas de Café robusta



Figura 6A. Toma de datos



Figura 7A. Resultados obtenidos a los 30 y 60 dds

Tabla A 1. Análisis de varianza de la variable longitud de planta (LP), a los 30 días después de la siembra.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	10,8	10	1,08	0,73	0,697	
Tratamientos	6,65	5	1,33	0,9	0,485	
Error	197,26	133	1,48			
Total	208,06	143				
Media aritmética	7,65					
Coefficiente de variación (%)	15,93					

Tabla A 2. Análisis de varianza de la variable longitud de planta (LP), a los 60 días después de la siembra.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	16,21	10	1,62	1,1	0,3678	
Tratamiento	12,61	5	2,52	1,71	0,1365	
Error	196,19	133	1,48			
Total	212,4	143				
Media aritmética	7,43					
Coefficiente de variación (%)	16,33					

Tabla A 3. Análisis de varianza de la variable diámetro de tallo (DT), a los 30 días después de la siembra

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	0,01	10	0,00094	1,14	0,3382	
Tratamiento	0,01	5	0,0011	1,34	0,2513	
Error	0,11	133	0,00083			
Total	0,12	143				
Media aritmética	0,199					
Coefficiente de variación (%)	14,50					

Tabla A 4. Análisis de varianza de la variable diámetro de tallo (DT), a los 60 días después de la siembra

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	0,004	10	0,0004	0,86	0,5759	
Tratamiento	0,0012	5	0,00024	0,5	0,7744	
Error	0,06	133	0,00047			
Total	0,07	143				

Media aritmética	0,2
Coefficiente de variación (%)	10,59

Tabla A 5. Análisis de varianza de la variable vigor vegetal (VV), a los 30 días después de la siembra

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,9	10	0,09	1,3	0,2384
Tratamiento	0,45	5	0,09	1,3	0,269
Error	9,26	133	0,07		
Total	10,16	143			
Media aritmética	4,9				
Coefficiente de variación (%)	5,36				

Tabla A 6. Análisis de varianza de la variable vigor vegetal (VV), a los 60 días después de la siembra

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,07	10	0,01	1	0,4468
Tratamiento	0,03	5	0,01	1	0,4204
Error	0,92	133	0,01		
Total	0,99	143			
Media aritmética	4				
Coefficiente de variación (%)	2,08				

Tabla A 7. Análisis de varianza de la variable longitud de hoja (LH), a los 30 días después de la siembra

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,61	10	0,76	0,6	0,8118
Tratamiento	4,36	5	0,87	0,69	0,634
Error	168,83	133	1,27		
Total	176,44	143			
Media aritmética	6,7				
Coefficiente de variación (%)	16,82				

Tabla A 8. Análisis de varianza de la variable longitud de hoja (LH), a los 60 días después de la siembra

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,94	10	0,59	0,37	0,958
Tratamiento	1,98	5	0,4	0,25	0,941
Error	214,2	133	1,61		
Total	220,14	143			
Media aritmética	6,69				

Coefficiente de variación (%) 18,96

Tabla A 9. Análisis de varianza de la variable ancho de la hoja (AH), a los 30 días después de la siembra

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	1,02	10	0,1	0,68	0,7445	
Tratamiento	0,29	5	0,06	0,39	0,8581	
Error	20,05	133	0,15			
Total	21,07	143				
Media aritmética	2,54					
Coefficiente de variación (%)	15,27					

Tabla A 10. Análisis de varianza de la variable ancho de la hoja (AH), a los 60 días después de la siembra

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	2,01	10	0,2	0,68	0,7443	
Tratamiento	0,74	5	0,15	0,5	0,7789	
Error	39,49	133	0,3			
Total	41,5	143				
Media aritmética	2,64					
Coefficiente de variación (%)	20,65					

Tabla A 11. Análisis de varianza de la variable número de hojas (NH), a los 30 días después de la siembra

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	21,83	10	2,18	2,51	0,0087	
Tratamiento	13,92	5	2,78	3,19	0,0094	
Error	115,92	133	0,87			
Total	137,75	143				
Media aritmética	3,2					
Coefficiente de variación (%)	29,10					

Tabla A 12. Análisis de varianza de la variable número de hojas (NH), a los 60 días después de la siembra

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	10,03	10	1	1,28	0,2479	
Tratamiento	8,56	5	1,71	2,18	0,0596	
Error	104,19	133	0,78			
Total	114,22	143				
Media aritmética	4,4					

Coefficiente de variación (%)

20,17

Tabla A 13. Análisis de varianza de la variable área foliar (AF), a los 30 días después de la siembra

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	106,83	10	10,68	0,75	0,6791	
Tratamiento	39,46	5	7,89	0,55	0,7366	
Error	1901,97	133	14,3			
Total	2008,8	143				
Media aritmética	12,98					
Coefficiente de variación (%)	29,13					

Tabla A 14. Análisis de varianza de la variable área foliar (AF), a los 60 días después de la siembra

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	439,3	10	43,93	1,19	0,3056	
Tratamiento	319,45	5	63,89	1,73	0,133	
Error	4924,98	133	37,03			
Total	5364,28	143				
Media aritmética	14,08					
Coefficiente de variación (%)	23,23					

Tabla A 15. Análisis de varianza de la variable Hojas afectadas por salinidad (HAS), a los 60 días después de la siembra.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	2419,69	10	241,97	1,17	0,3171	
Tratamientos	1697,11	5	339,42	1,64	0,1537	
Error	27523,30	133	206,94			
Total	29943,00	143				
Media aritmética	42,03					
Coefficiente de variación (%)	34,22					

Figura 4. Análisis del suelo perteneciente a la parroquia de Manglaralto



ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 26 Vía Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador
 Teléfono: 042724260 - 042724119 e-mail: labsuelos.eels@iniap.gob.ec

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre :	MICHELLE VALERIA SOLANO GÓMEZ	Nombre :	UPSE - MANGLARALTO	Informe No. :	23213	Factura No. :	7862
Dirección :	N/E	Provincia :	SANTA ELENA	Responsable Muestreo :	Cliente	Fecha Análisis :	24/11/2020
Ciudad :	SANTA ELENA	Cantón :	SANTA ELENA	Fecha Muestreo :	16/11/2020	Fecha Emisión :	25/11/2020
Teléfono :	0994545777	Parroquia :	MANGLARALTO	Fecha Ingreso :	17/11/2020	Fecha Impresión :	30/11/2020
Fax :	N/E	Ubicación :	N/E	Condiciones Ambientales :	T°C:22.7 %H: 58.0	Cultivo Actual :	MAÍZ

N° Laborat.	Identificación	* Textura (%)			* Clase Textural	meq/100ml			mS/cm	(%)	meq/100ml				Ca	Mg	Ca+Mg								
		Arena	Limo	Arcilla		* Al+H	* Al	* Na	C.E.	* M.O.	K	* Ca	* Mg	Σ Bases	Mg	K	K								
73148	MUESTRA NRO. 1	27	34	39	Franco-Arcilloso				0.94	NS	3.20	M	4.83	A	26.22	A	4.04	A	35.09	6.49	M	0.84	B	6.26	B

Interpretación	
Al+H, Al, Na	C.E.
Ad = Adecuado	NS = No Salino
LT = Ligeram Tóxico	LS = Lig. Salino
T = Tóxico	S = Salino
	MS = Muy Salino

Abreviaturas
C.E. Conductividad Eléctrica
M.O. Materia Orgánica
CEC Capacidad de Intercambio Catiónico

Determinación	Metodología	Extractante
M.O.	Walkley Black	Dicromato de K
CIC		Acetato de Amonio
Na		Cloruro de Bario
C.E.	Extracto de pasta saturada	Agua

Lig. Tónico meq/100ml	Pantallas de Referencia			
	Lig. Salino (d50m)		Medio	Medio (meq/100ml)
Al+H	0.51 - 1.5	C.E. 2.0 - 4.0	Ca/Mg 2.0 - 8.0	K 0.2 - 0.4
Al	0.31 - 1.0	Medio (%)	Mg/K 2.5 - 10.0	Ca 4 - 8
Na	0.5 - 1.0	M.O. 3.1 - 5.0	(Ca+Mg)/K 12.5 - 50.0	Mg 1 - 2

N/E = No entregado
 <LC = Menor al Límite de Cuantificación
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAE.
 Las opiniones, interpretaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al OAE.
 ** Ensayo subcontratado.
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad


 Responsable Técnico del Laboratorio
Mgs. Diana Acosta J.

Figura 5. Análisis del agua de riego perteneciente a la parroquia Manglaralto

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre:	<u>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SA</u>	Nombre:	<u>MANGLARALTO</u>	Informe No.	0102	Factura No.	8784
Dirección:	<u>CAMPUS MATRIZ</u>	Provincia:	<u>SANTA ELENA</u>	Responsable Muestreo:	CLIENTE	Fecha Análisis	22/12/2021
Ciudad:	<u>LA LIBERTAD</u>	Cantón:	<u>SANTA ELENA</u>	Fecha muestreo:	<u>06/11/2021</u>	Fecha Emisión	22/12/2021
Teléfono:	<u>042781732</u>	Parroquia:	<u>MANGLARALTO</u>	Fecha Ingreso:	14/12/2021	Fecha Impresión	23/12/2021
Fax:	<u>N/E</u>	Ubicación:	<u>N/E</u>	Condiciones Ambientales:	24	%H:	56

INFORME DE ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS																		
N° Laboratorio	Identificación del Lote	CE	* Ca	Na		Mg		K		* CO ₂	* HCO ₃	* SO ₄	* Cl	pH	RAS(*)	PSI(*)	%Na	Clase
		<i>µS/cm</i>	mg/l	meq/L	mg/l	meq/L	mg/l	meq/L	mg/l	meq/L	meq/L							
2737 A	<u>MUESTRA 1 - AGUA DE POZO</u>	5850,0	758,80	37,94	239,10	10,38	113,90	9,34	18,77	0,48				7,3	2	2	18,00	C5 S2

OBSERVACIONES:

** INTERPRETACIÓN	
AGUAS SALINAS	AGUAS SODICAS
C1: Aguas de salinidad baja	S1: Aguas de contenido bajo de sodio
C2: Aguas de salinidad moderada	S2: Aguas medianas en sodio
C3: Aguas de salinidad mediana a alta	S3: Aguas de contenido alto de sodio
C4: Aguas de salinidad alta	S4: Aguas de contenido muy alto de sodio
C5: Aguas de salinidad muy alta	
C6: Aguas de salinidad excesiva	

Procedimiento de Ensayos en Análisis Químicos de Aguas				
Determinación	U (k=2)	Procedimiento de Ensayo	Método de Referencia	Técnica
Potencial de Hidrógeno (pH)	0,094 pH	PEE-LS-01	Método EPA 150.2	Electrométrica
Conductividad Eléctrica (C.E)	3,3 %	PEE-LS-02	Standard Methods 2510B /EPA 120.1	
Sodio (Na)	16 %	PEE-LS-03	Método EPA 273.1	Absorción Atómica
Potasio (K)	16 %	PEE-LS-04	Método EPA 258.1	
Calcio (Ca)	16 %	PEE-LS-05	Método EPA 215.1	
Magnesio (Mg)	16 %	PEE-LS-06	Método EPA 242.1	

C.E. = Conductividad Eléctrica (mS/cm)
 <LC = Menor al Límite de Cuantificación
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo, tal como fueron recibidas en el Laboratorio.
 El laboratorio no realiza la toma de muestra. La información relacionada con la toma de la muestra fue proporcionada por el cliente.
 El Laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados del presente informe.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al SAE
 (**) Las opiniones, interpretaciones, etc., se encuentran basadas en el documento Clasificaciones de las aguas de riego según las Normas de Riverside.
 (†) Los valores de PSI y RAS es un cálculo efectuado según nomograma de suelos salinos y sódicos manual No. 60
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad
 Los datos marcados con cursiva y subrayados son proporcionados por el cliente


 Ing. Diana Acosta Jaramillo
 Responsable Técnico Laboratorio