



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria

**EFICACIA DE SUSTRATOS EN LA CLONACIÓN DE
GENOTIPOS DE CAFÉ ROBUSTA (*Coffea Canephora*)
EN MANGLARALTO- SANTA ELENA**

TRABAJO DE TITULACION

Previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

Autor: Dayana Estela Campozano Ollague

La Libertad, 2020



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria

**EFICACIA DE SUSTRATOS EN LA CLONACIÓN DE
GENOTIPOS DE CAFÉ ROBUSTA (*Coffea Canephora*)
EN MANGLARALTO-SANTA ELENA**

TRABAJO DE TITULACION

Previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

Autor: Dayana Estela Campozano Ollague

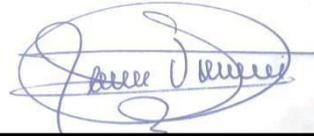
Tutor: Ing. Ángel León Mejía, M.Sc.

La Libertad, 2020

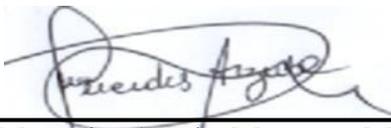
TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Néstor Acosta Lozano, Ph.D.
**DECANO (E) DE LA FACULTAD
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



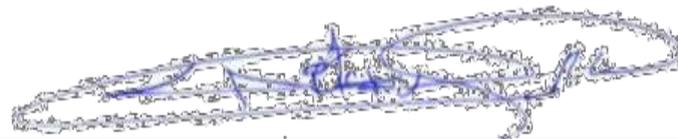
Ing. Juan Valladolid-Ontaneda, M.Sc.
**DOCENTE DELEGADO DEL
DIRECTOR DE CARRERA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Mercedes Arzube Mayorga, M.Sc.
**PROFESOR DEL ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Ángel León Mejía, M.Sc.
**PROFESOR TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Abg. Víctor Coronel Ortiz, Mgt.
SECRETARIO GENERAL (E)

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por ser mi pilar fundamental, por haberme dado la vida y darme la dicha de seguir en este mundo, con su infinito amor deposito en mí la sabiduría, fortaleza y entendimiento para seguir este largo y hermoso camino que es la educación, también mis más sinceros agradecimientos a mis maestros quienes estuvieron apoyándome día a día, aportando sus conocimientos, haciendo que sea una estudiante de bien y seguir luchando por un objetivo y es terminar mis estudios de tercer nivel, en especial al Ing. Ángel León Mejía quien además de ser mi tutor de tesis, es responsable de mi formación profesional.

A mis padres, Jimmy Campozano y Estela Ollague quienes desde pequeña me enseñaron valores que hoy en día son principales para hacerme una persona de bien, a mi Abuelita Mariana Malavé la mujer de mi vida, pues ella ha estado conmigo en las buenas y malas ha cuidado mucho de mí y forma parte de uno de mis pilares fundamentales, a mis amigos de la universidad quienes día a día y cada clase me hacían sentirme bien y me dieron ánimos para seguir adelante, gracias a todos por ayudarme en este proceso que no es un final, es el comienzo de nuevas metas, proyectos y estudios que alcanzaré en un futuro.

DEDICATORIA

Terminar una etapa importante en mi vida va dirigido a Dios quien me ha dado la dicha de vivir día a día nuevas experiencias y aprendizajes, A mis padres quienes con su infinito amor han demostrado que a pesar de las adversidades y problemas puedo contar con ellos incondicionalmente, por ser unos padres maravillosos, que han inculcado en mí la fortaleza y las ganas de no rendirme a pesar de los tropiezos siempre salir adelante, enseñándome la importancia de la educación para poder desenvolverme en la parte laboral, a mis abuelitos quienes con su amor puro han sabido apoyarme incondicionalmente, enseñándome la importancia de la vida, que a pesar de que nada es fácil, es importante salir, recoger las fuerzas para poder cumplir los objetivos propuestos, a mis amigos y profesores de la academia quien con sus consejos hicieron de mí una mejor persona.

RESUMEN

La investigación se realizó en la parroquia Manglaralto del cantón Santa Elena, el objetivo planteado fue determinar la eficacia de sustrato en la clonación de genotipos de café robusta (*coffea canephora*) en Manglaralto – provincia de Santa Elena, el estudio estuvo compuesto por 4 tratamientos y 4 réplicas en diseño completamente al azar (DCA). Los esquejes se tomaron de plantas élites del clon CSE 5. Las variables evaluadas a los 80 días después de la siembra (dds) corresponden a sobrevivencia, enraizamiento, callosidad, número y altura de brotes, los sustratos utilizados presentaron resultados favorables a la clonación de café robusta, el porcentaje de planta vivas fue para el T4 (Arena 100%) con 72,5% y mortalidad de 27,5%, este mismo tratamiento se destacó por presentar un alto porcentaje de callosidad con el 90%. Por otra parte, se evidenció que el sustrato con mejor desempeño para propagar y obtener un buen porcentaje de emisión de raíces fue el tratamiento 2 (50% arena; 50% tierra agrícola) 45%.

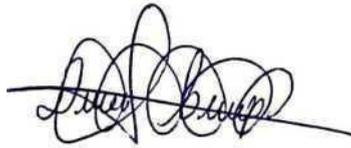
Palabras claves: Clonación, sustrato, café robusta, enraizante.

ABSTRACT

The research was carried out in the Parish of Manglaralto in the Santa Elena canton, the objective was to determine the effectiveness of substrate in the cloning of genotypes of Robusta coffee (*Coffea canephora*) in Manglaralto - Santa Elena province, the study was composed of 4 treatments and 4 replications in a completely randomized design (DCA). The cuttings were taken from elite plants of the clone CSE 5. The variables evaluated at 80 days after sowing (dds) correspond to survival, rooting, callus, number and height of sprouts, the substrates used presented favorable results to the cloning of robusta coffee, the percentage of live plant was for T4 (100% sand) with 72.5% and mortality of 27.5%, this same treatment was highlighted by presenting a high percentage of callus with 90%. On the other hand, it was evidenced that the substrate with better performance to propagate and obtain a good percentage of root emission was the treatment 2 (50% sand; 50% agricultural soil) 45%.

Keywords: Cloning, substrate, robust coffee, rooting.

"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".

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke at the end, positioned above a horizontal line.

Dayana Campozano Ollague

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
1.1. Generalidades del café	5
1.2. Importancia del cultivo de café	5
1.3. Reproducción del café	6
1.4. Reproducción sexual	6
1.5. Reproducción asexual.....	7
1.6. Preparación de plantas madres para obtener esquejes.	7
1.7. Cámara de enraizamiento.	8
1.8. Propagación asexual.	8
1.9 Los sustratos	9
1.10. Materiales utilizados para sustratos.....	10
1.10.1. Arena.....	10
1.10.2. Suelo agrícola.....	11
1.10.3. Compost.....	12
1.11. Materiales para propagar plantas	12
1.11.1 Enraizante	12
1. 11.2. Fundas de polietileno.....	12
1.12. Experiencias de uso de sustratos en la reproducción asexual de café	13
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	17
2.1 Localización y descripción del lugar de ensayo	17
2.1.2. Ubicación geográfica	17
2.2. Características climáticas del sitio del ensayo.....	17
2.3. Contenidos químicos del agua utilizadas en el ensayo	18
2.4. Característica físico químicas del suelo en el sustrato.	18

2.5 Material biológico	19
2.6 Materiales y equipos	19
2.7. Tratamiento y diseño experimental.....	20
2.7.1. Croquis de campo	21
2.8. Manejo del experimento	21
2.8.1. Cámara enraizante.....	21
2.8.1.1. Construcción de la cámara	22
2.8.2.2 Características de las fundas de polietileno	22
2.8.2.3 Sustrato enriquecido.....	22
2.8.2.4 Desinfección del sustrato.....	23
2.8.3 Proceso de multiplicación clonal.....	23
2.8.3.1 Manejo de las cámaras de enraizamiento	24
2.8.3.2 Ordenamiento del vivero	24
2.8.3.3 Labores culturales en el vivero.....	25
2.8.4.1 Riegos.....	25
2.8.4.2. Fertilización	25
2.8.4.3. Control de malezas	25
2.8.4.4 Control de enfermedades	25
2.9 Variables experimentales	26
2.9.1 Variables independientes	26
2.9.1.1 Sustratos	26
2.9.2 Variables dependientes	26
2.9.2.1 Prendimiento.....	26
2.9.2.2 Mortalidad.....	26
2.9.2.3 Longitud y diámetro de raíces.....	27
2.9.2.4 Número y longitud de brotes.....	27
2.9.2.4 Peso fresco y seco radicular	27
2.10. Costo de producción.....	27
CAPÍTULO 3. RESULTADO Y DISCUSIÓN	28

3.1. RESULTADOS.....	28
3.1.1. Supervivencia	28
3.1.2. Mortalidad.....	28
3.1.3. Raíz	29
3.1.4. Callosidad	30
3.1.5. Longitud de raíz.....	30
3.1.6. Diámetro de raíz.....	31
3.1.7. Presencia de un brote	31
3.1.8. Presencia de dos brotes.....	32
3.1.9. Longitud de un brote.....	33
3.1.10. Peso fresco de raíz.....	33
3.1.11. Peso seco de raíz	34
3.1.12. Cantidad de agua (H ₂ O).....	35
3.1.13. Costo de producción.....	36
DISCUSIÓN	41
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
Conclusiones	43
Recomendaciones	43
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Temperatura máxima y mínima en la época de estudio en la Parroquia Manglaralto.	18
Tabla 2. Análisis del agua de riego del ensayo.	18
Tabla 3. Análisis de los sustratos del ensayo.....	19
Tabla 4. Análisis de la varianza	20
Tabla 5. Delineamiento experimental	21
Tabla 6. Porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 87 días dds $-\log_{10}(x.100)$	28
Tabla 7. Porcentaje de mortalidad de plantas $-\log_{10}(x.1000)$	29
Tabla 8. Porcentaje de raíz de plantas $-\log_{10}(X+1000)$	29
Tabla 9. Porcentaje de callos de plantas $-\log_{10}(X.1000)$	30
Tabla 10. Porcentaje longitud de raíz de plantas expresadas en cm.	31
Tabla 11 Porcentaje diámetro de raíz de plantas evaluadas en cm.....	31
Tabla 12. Porcentaje de plantas que presentan 1 brote $-\log_{10}(X.1000)$	32
Tabla 13. Porcentaje de plantas que presentan 2 brote $-\log_{10}(X.1000)$	33
Tabla 14. Porcentaje longitud de brotes plantas expresadas en cm.	33
Tabla 15. Porcentaje peso fresco de raíz de plantas expresados en gramo (gr) 34	
Tabla 16. Porcentaje peso seco de raíz de plantas expresado en gramo (gr).....	35
Tabla 17. Porcentaje del contenido de agua en las raíces.	35
Tabla 18. Costo de materiales y equipo implementados para el experimento del tratamiento 1 (Arena y Compost).	37
Tabla 19. Costo de materiales y equipo implementados para el experimento del tratamiento 2 (Arena y Tierra agrícola).....	38
Tabla 20. Costo de materiales y equipo implementados para el experimento del tratamiento 3 (Arena y Mantillo).....	39
Tabla 21. Costo de materiales y equipo implementados para el experimento del tratamiento 4 (Arena).....	40

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Ubicación geográfica del experimento.....	18
Figura 2. Croquis ubicación de los tratamientos.....	21

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura 1A. Construcción del cobertizo para la propagación de café robusta

Figura 2A. Recolección de sustrato para el ensayo

Figura 3A. Desinfección de sustratos para el ensayo

Figura 4A. Llenado de fundas con sus respectivos sustratos

Figura 5A. Colocación de fundas en la cámara de enraizamiento por tratamiento.

Figura 6A. Corte de esquejes de café robusta para la propagación.

Figura 7A. Toma de datos en el Laboratorio de suelo UPSE.

Figura 8A. Esquejes con enraizamiento y callosidad.

Figura 9A. Análisis de varianza porcentaje de sobrevivencia.

Figura 10A. Análisis de varianza porcentaje de mortalidad.

Figura 11A. Análisis de varianza porcentaje de enraizamiento.

Figura 12A. Análisis de varianza porcentaje de callosidad.

Figura 13A. Análisis de varianza porcentaje de longitud de raíz.

Figura 14A. Análisis de varianza porcentaje de diámetro de raíz.

Figura 15A. Análisis de varianza porcentaje presencia de un brote.

Figura 16A. Análisis de varianza porcentaje presencia de dos brotes.

Figura 17A. Análisis de varianza porcentaje longitud de brote.

Figura 18A. Análisis de varianza porcentaje peso fresco de raíz.

Figura 19A. Análisis de varianza porcentaje peso seco de raíz.

Figura 20A. Análisis de varianza porcentaje cantidad de agua.

Formato 1A. Informe de análisis de agua del lugar del experimento realizado en el litoral sur.

Formato 2A Informe de análisis de suelo de los diferentes sustratos realizado en INIAP PICHILLINGUE.

INTRODUCCIÓN

La producción mundial del café aumentó considerablemente con un 2,4 % en el 2017 en relación al 2016, lo que significó un incremento en el consumo del mismo. Brasil es considerado como el primer productor en el mundo, este representa el 35% de la producción mundial, luego Vietnam con un porcentaje de 15,9 % y Colombia 9,3% (Sagarpa, 2017).

El café forma parte de los principales rubros de exportaciones ecuatorianas, contribuye al país con el 1% del valor agregado bruto (VAB), es por ello que se considera uno de los cultivos más importante en cuanto a la parte social económica y ambiental, La producción de café en el Ecuador especie robusta es de 8.886,54 saco de 60 kg. A nivel nacional se siembra cerca de 193.000 ha de café arábigo y robusta el cual está entre 11,4% de cultivos perennes (Censos, 2018).

Existen más de 70 especies de café, de los cuales hay dos de ellas que tiene mayor importancia económica café arábigo (*Coffea arábico*) y robusta (*Coffea Canephora*); con las tecnologías se ha incrementado la productividad de estas dos especies a tres t/a en *Coffea arábico* y cinco t/ha de *Coffea canephora*, el mayor problema que presenta el sector cafetalero es la baja producción nacional teniendo un promedio de 250 kg/ha (Ponce Vaca et al., 2018).

El cultivo de café robusta (*Coffea canephora*) se caracteriza por poseer una mayor superficie cultivada a diferencia de café arábigo, según la historia mencionan que el *C. canephora*, es introducido en el Ecuador en 1973 por medio de semilla al INIAP-PICHILINGUE, quienes fueron encargados de distribuirla a todo el territorio ecuatoriano (Duicela G et al., 2004).

Mediante planes gubernamentales se ejecutan programas para la reactivación de la caficultura en Ecuador, ayudando a los productores a mejorar su calidad de vida y la producción abastezca la demanda de café, es por esto, que se necesitan plantas con características genéticas de calidad para renovar la cadena agro productiva del café (Mag and Cofenac, 2017).

La región donde se encuentra establecido el café robusta es principalmente la amazónica por sus condiciones ambientales, pero este cultivo soporta alturas hasta 600 msnm por ende se encuentra en la región sierra Pichincha y Cotopaxi y en la costa Guayas, Los Ríos y Santa Elena (Loor Solórzano et al., 2015).

La reproducción asexual es un método que se utiliza para las plantas que presentan problemas en cuanto a la reproducción y este es el caso del café robusta, este tiene una reproducción alógama, que significa que no puede autopolinizarse, es por ello que se recomienda la clonación de esta especie para garantizar la uniformidad en un área establecida (Avellán and Fernando, 2012).

La propagación mediante esquejes se caracteriza por realizar la multiplicación que se ejecuta al sembrar un trozo de tallo, para dar origen a una nueva planta, este material se introduce en la tierra y se recomiendan que las varetas tengan un tallo poco leñoso (Romero, 2014). Por otra parte, el sustrato ayudará a la planta a tener el soporte y la humedad necesaria para el desarrollo de las raíces y brotes, este medio debe tener una buena capacidad de retención de agua, así se mejoraría el crecimiento de la plántula (Lema, 2012).

Los sustratos que son utilizados para la producción de plantas debe ser un medio apropiado que tengan la capacidad necesaria para la retención de agua, nutrientes y oxígeno, asimismo el pH debe ser factible para que exista un mejor desarrollo radicular, con conductividad eléctrica conveniente y ausencia de elemento perjudiciales (Abanto-Rodríguez et al., 2016). Los sustratos que se recomiendan para la propagación de planta son los que presentan materia orgánica porque cumplen con las características adecuadas del principio básico que debe tener un sustrato (Ristow et al., 2011).

Los sustratos son medios que se utiliza para cultivar plantas y permite tener un mejor control de ellas, porque las condiciones serán diferentes al suelo, además que es encargado de suministrar agua y nutrientes que la planta necesita para su desarrollo radicular y fisiológico, las características de los diferentes sustratos se dan por las propiedades físicas, químicas y biológicas que este contenga, la utilización de un sustrato debe ser importante y elegidas de acorde a las condiciones del cultivo, es por

ello que se recomiendan utilizar muchas veces material que estén establecidos en el lugar (Villahermosa, 2016).

Es importante conocer la cantidad de esquejes que se desarrollará por planta, además se deben cumplir algunas características para elegir las plantas elite, no deben ser plantas mayores de ocho años de vida, que posean ramas flexibles para el momento del agobio no se dificulte la práctica, plantas que posean una uniformidad en la maduración del fruto y que su fruto tenga un buen peso y que sean resistentes a plagas y enfermedad (Romero, 2014).

Es por ello, que este trabajo de investigación se plantea propagar por medio de clones y ramillas para conserva las principales características varietales que se considera importante para la sostenibilidad del cultivo, con ello también la utilización de un enraizante y diferentes tipos de sustratos con la finalidad de determinar cuál de ellos es mejor para la propagación del café robusta en las condiciones ambientales de la parroquia

Manglaralto.

Problema Científico:

¿Cuál de los sustratos mostrará mejor eficacia en la clonación de genotipos de café robusta (*Coffea canephora*) en Manglaralto- Santa Elena?

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar la eficacia de sustrato en la clonación de genotipos de café robusta (*coffea canephora*) en Manglaralto – Provincia de Santa Elena.

Objetivos Específicos

- Evaluar las variables agronómicas de propagación vegetal
- Identificar el sustrato con mejor desempeño en relación con las variables agronómicas.
- Establecer el costo por tratamiento de la propagación vegetal.

Hipótesis.

Al menos uno de los sustratos presentó diferencia entre los parámetros agronómicos de la propagación vegetal del café robusta mediante esquejes.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Generalidades del café.

El café es considerado como uno de los cultivos que genera una económica importante en el país, existen dos variedades de mayor demanda comercial el cual con un 35% del área cultivada mundial está el café robusta y 65% el café arábico, este cultivo fue introducido al Ecuador por medio del INIAP, quienes fueron encargados de distribuirlos para que el resto de las provincias puedan adaptar el cafeto, una de las características de este cultivo es que son árboles que pueden medir hasta 12 m de altura (Salvatierra and Pilar, 2017).

El café robusto es originario de África, pertenece a la familia de las Rubiáceas, se adapta bien en zonas tropicales este requiere un buen manejo agronómico para obtener producciones satisfactorias. El *coffea canephora* es considerado por sus características organolépticas un café fuerte, ácido y con un porcentaje de 3,3% de cafeína (Mayorga et al., 2017).

Los cafetos de la especie *canephora* son árboles que tienen crecimiento ortotrópico monocaule y a veces multicaule, sus ramas se desarrollan plagio trópicamente, posee una copa irregular, con flores formadas por cáliz, corola, estambres y pistilos (Adum and Jazmin, 2014).

1.2. Importancia del cultivo de café.

Las plantas que producen café comercialmente pertenecen al género *Coffea* por su considerable importancia económica requieren atención especial. Su estructura botánica ha sido motivo de inseguridad y controversia entre botánicos.

Los representantes de este género crecen en los trópicos y aunque incluye un gran número de especies solo unas pocas son de importancia económica. Desde el punto de vista agrícola alrededor de 12 especies son de valor e interés, además, se han señalado como cafetos botánicamente otro grupo de Rubiáceas, cuyos frutos se asemejan bastante a los del género *Coffea* y que están desprovistos de cafeína. Estos se han señalado como los falsos cafetos. La especie Arábica es la más difundida en el país, de mayor calidad y de gran aceptación en el mercado nacional e internacional (Contreras, 2002).

1.3. Reproducción del café.

El sistema de reproducción del café es de gran importancia en algunos países por los investigadores, ellos se dedican a dilucidar los problemas que se debe tomar en cuenta para la selección de plantas, se recomienda idear una planta que tengan características tanto externa como interna de sus progenitores, con la reproducción se facilita la conservación y multiplicación de los biotipos que son importante para una mejor producción (Enríquez Calderón and Duicela Guambi, 2014).

La reproducción puede ser de dos tipos sexual o asexual, cabe señalar que el café robusta tiene una polinización cruzada es decir es alógama o auto estéril, lo que implica una alta viabilidad en el tipo, además que se requieren de organismos polinizadores para su multiplicación, mientras que la reproducción asexual se da por medio de ramillas los cuales serán plantas genéticamente similares a su idiotipo (Aucancela Guamán, 2017).

1.4. Reproducción sexual.

La reproducción sexual en el cultivo de café robusta no es recomendada, porque dura muchos años para la cosecha, la cual no es satisfactorio para el productor, además que es una planta alogámica que se caracteriza por la autoincompatibilidad gametofítica y la floración sincronizada (Oliveira et al., 2018). Es una de las causas por la cual en los cafetales existen muchas variaciones fenotípica, el resultado de este cruzamiento se conoce como la obtención de un híbrido porque actúan dos plantas diferentes pero compatibles entre sí (Lema, 2012).

La multiplicación sexual se basa en la utilización de semillas botánicas, como se conoce que las plantas por naturaleza tienen a ser libre para la reproducción, para esta manera de reproducirse se necesita un progenitor padre que done el polen a la planta madre en el proceso de fecundación cuando el polen ingresa al óvulo este quedará fecundada y dará paso a un nuevo individuo lo cual es considerado como híbrido de polinización abierta (Enrique & Duicela, 2014).

1.5. Reproducción asexual

La reproducción asexual se ha llevado a cabo un aumento cualitativo en la uniformidad, producción y calidad de fruta, en producción es recomendable realizar esta propagación con el que se garantiza la pureza genética (López et al., 2012). La reproducción asexual por propagación es la clonación de individuos a partir a un material vegetal, se considera también que muchas de las partes de la planta pueden regenerarse, la reproducción asexual también se puede lograr con injertos y estacas, el material vegetal que se utilice para la propagación debe tener mucha importancia, puesto que la utilización de enraizante ayudará a la formación de las raíces, por ende, son las responsables de abastecer el crecimiento que requiere el cultivo.

La demanda que tiene en el mercado el café hace que mucho de los investigadores quieran obtener plantas de mejor calidad, con una buena producción y la resistencia a las enfermedades, pero muchas veces el valor que se genera para la realización de este método es muy costo lo cual los agricultores no poseen el dinero necesario para la propagación (Aucancela Guamán, 2017).

Para que exista una buena propagación asexual es necesario mencionar que al momento de realizar este método se deben seleccionar organismos con buenas características genotípicas, para que este garantice la pureza y los atributos productivos. Una planta para ser clonada y ser elite en todo el cafeto necesita que tenga ramas que puedan ser agobiadas para de ahí tomar los esquejes que se formaran en las yemas tomando un crecimiento ortotrópico, el cual después de eso se generan los nuevos individuos para ser tratados de manera adecuado, obteniendo con ella una homogeneidad en el cafetal, para una buena propagación es importante conocer las prácticas agronómicas que deben ser realizadas antes de la propagación, ya que se evita el problema de plagas y enfermedades (Fernández, 2017).

1.6. Preparación de plantas madres para obtener esquejes.

La selección de la cabeza de clon debe ser realizado con anticipación para que puedan emitir nuevos brotes ortotrópico, el método del agobio de los tallos ayuda a emitir mayor cantidad de brotes que se utilizan para la propagación. En el jardín clonal se

selecciona las cabezas de clon las cuales serán utilizadas para la recepa del cafeto (Barva, 2011).

Se recomienda primero el deshierbe de las arvenses y al momento de que se retire debe ser esparcida por el cafetal, se eliminan las ramas que tienen gran cantidad de lignina porque esto impide el agobio de las ramas, después de eso se ancla al suelo las ramas elegidas con ayuda de una estaca y piola.

A partir de los 30 a 40 días se da la presencia de los nuevos brotes, luego de los 70 a 120 días después de agobio se puede comenzar a recolectar los esquejes, seleccionando los mejores brotes tomando en cuenta que tengas las hojas adecuadas, que no exista la deformidad y la presencia de las yemas completas (Enríquez Calderón and Duicela Guambi, 2014).

1.7. Cámara de enraizamiento.

En este lugar se encontrarán las fundas de polietileno, los sustratos a ser utilizados, los enraizantes y los esquejes que fueron seleccionados en campo para la propagación, la cámara de enraizamiento se realiza con la utilización de caña, o cualquier material que sea resistente para la formación del marco, para cubrir la cámara se pueden utilizar tubos de PVC para la formación del arco, al final se coloca un plástico que ayude a regular la temperatura, es importante saber que al momento de utilizar la cámara donde se ubicará las ramillas deben tener una temperatura y humedad adecuada para evitar las enfermedades de los brotes (Enríquez Calderón and Duicela Guambi, 2014).

1.8. Propagación asexual.

La reproducción del café robusta tipo asexual es aquella que ayuda a mantener un cafetal homogéneo, este método de multiplicación es uno de los más utilizados por algunos productores, aunque su valor económico suele ser de un valor muy alto por el mantenimiento que debe llevar las plantas seleccionadas (Guerrero Castillo et al., 2016).

La obtención de los nuevos individuos mediante ramillas se genera a partir de un sistema de agobio de las ramas, esta selección de ramas se realiza mediante la clasificación de clones seleccionados mediante parámetros productivos y tolerancia a

ciertas plagas, enfermedades e incluso suelo, esto se realiza con el fin de garantizar que los organismos que generen las cabezas de clon sean de una buena calidad, que presente la pureza y las características fenotípicas y genotípicas del progenitor.

En los jardines clonales se seleccionará como antes mencionado un clon y cuando sean elegidos, pues inmediatamente se requiere la identificación de las cabezas de clon. La clonación es una reproducción por ende asexualmente, como se conoce que el café robusta tiene por naturaleza la reproducción alógama lo que significa que necesita del polen de otro individuo para poder multiplicarse, pero esta reproducción tiene un defecto que los organismos generados no tendrán las características deseables, ya que al unirse dos individuos que son compatible, pero que no tienen los parámetros productivos adecuado este genera un 50% los genes de la madre y el 50% los genes del padre.

Es por ello que se realiza la clonación porque los organismos generados serán copias idénticas a partir de la generación de nuevos brotes en las mismas plantas, la reproducción por esquejes se da cuando se realiza el respectivo agobio de las ramas las flexibles, una de las condiciones es tener 6 ramas para que haya un número mayor de brotes. Después se tiene la rama hacia el suelo para que este pueda ser agobia y luego saldrán los nuevos brotes que tendrán un crecimiento ortotrópico (Sotomayor & Duicela, 1993).

1.9 Los sustratos

Son combinación de arena fina de río lavado, suelo, mezcla de suelo, mezcla de suelo y pulpa de café, borra de café y aserrín de madera. En esta capa se desarrolla las raicillas de las plantas, siendo el mejor sustrato la combinación de arena fina de río lavado, ya que hay menor ataques de enfermedades, menos encharcamiento y un buen desarrollo de las raíces de las chapolas (Morocho, 2015).

El sustrato es aquel que actúa como un soporte, mantiene el calor y humedad para evitar que la planta tienda a caerse, la utilización de los sustratos ayuda a que haya un mejor drenaje, e impide que el agua pueda quedarse al nivel de las raíces y por estas causas podría traer como consecuencia la pudrición de las raíces por el exceso de agua, para el desarrollo de los sustratos se pueden utilizar diversos materiales tomando en

consideración que la realización de este material sea apto para ser utilizado como soporte de la planta (Duicela G et al., 2004).

Además, que antes de ser colocado a las fundas se debe realizar una caracterización determinando el porcentaje de poros que existe porque las plantas necesitan una buena aireación, uno de los materiales que se utilizan es la implementación de arena o grava fina. Si al momento de colocar el sustrato a las fundas y se nota que la retención de agua es baja, se considera necesario el aporte de aserrín, turba, vermiculita u otros materiales que mejoren esta condición.

En algunos casos se pueden presentar en los esquejes la pudrición lo cual es necesario la aplicación de algún fungicida que ayude al medio de enraizamiento, la mayoría de los sustratos que son más utilizados en la producción de las plantas, es la combinación de componentes tanto orgánicos como inorgánicos. Los materiales inorgánicos más conocidos es la arena, perlita, arcilla calcinada, piedra pómez y vermiculita y entre otros subproductos de origen mineral, entre los componentes orgánicos la utilización de los musgos de turba, aserrín, viruta, materia orgánica, compost, polvo de coco y entre otros (Lema, 2012).

La capacidad que tiene los sustratos para la nutrición de la planta es variada por los componentes que estos tengan tanto orgánico como inorgánico (Sotomayor & Duicela, 1993). La aplicación de sustratos es el que ayuda a la planta a sostenerse y con ayuda de un enraizante que generen raíces para que el crecimiento de los esquejes sea de manera uniforme, porque depende del sustrato utilizado para el prendimiento de los esquejes este tendrá un menor o mayor efecto en ella. Es importante considerar que la utilización de un enraizante químico o vegetal ayuda a que el número de las raíces aumente y puedan nutrirse, porque como se conoce que es de esa manera como la planta se nutre es importante la implementación de un producto que pueda aumentar la masa radicular (Areola, 2015).

1.10. Materiales utilizados para sustratos.

1.10.1. Arena

La arena es considerada como un componente inorgánico la cual se caracteriza por tener partículas redondas o anguladas, con un diámetro de no más de 2,5 mm.

La utilización de arena para la realización de los sustratos puede ser obtenidas en los ríos debe ser lavadas para la utilización en los sustratos, aunque dan también buenos resultados con cualquier tipo de arena. La arena sirve para estructurar el sustrato, aporta peso, pero se prohíbe que la arena tenga elementos nocivos (Chonillo, 2016).

La arena es un material con bajo porcentaje de porosidad y esto hace que el porcentaje de agua y aire no sea elevado, lo cual el desarrollo del cultivo se verá afectado por eso es importante la implementación de volúmenes más alto de arena, es importante recalcar que el costo de este material es económico lo cual puede ser utilizado para la realización de los sustratos para la propagación, además que es considerado como un material que da estructura estable.

La arena de río cernida y desinfectada es considerado como un elemento importante para la realización de los sustratos, se recomienda rellenar las fundan hasta el punto máximo, este elemento debe ser desinfectado para evitar las enfermedades en el tallo, uno de los métodos para desinfección es la utilización de agua hervida y aplicárselo, el otro método es mediante la solarización y la última es la aplicación de un funguicida los cuales muchos de los investigadores recomiendan benomil o captan (SAGARPA and INIFAP, 2013).

1.10.2. Suelo agrícola

El suelo lo conforma materiales sólido, líquido y gaseoso, los materiales debe tener una proporción adecuada para que a su vez la planta pueda tener el crecimiento satisfactorio y además cumplan las funciones vitales para su desarrollo (González, 2001).

El tamaño de las partículas es uno de los factores más importante en el suelo, encontradas de una forma natural en pocas cantidades, la arcilla formada por agregados de silicatos ayuda a la planta absorber los nutrientes que necesita para su desarrollo, además que también se encuentra la arena quien ayuda a la aireación al medio. Es recomendable utilizar suelos con texturas francas o cercanas a ellas, para qué la mezcla que se desarrolle como sustrato pueda tener la capacidad de sostener a la planta y de nutrirla (Alcívar, 2012).

1.10.3. Compost

El compost es el resultado de los procesos de compostaje de los residuos orgánicos, el cual acelera la transformación natural de mineralización con ayuda del oxígeno de una manera intensificada y dirigida, se considera que es un producto de buena calidad para el uso agronómico por la capacidad de retención de los metales que se da porque posee altos niveles de lignina, hemicelulosa y lignocelulosa (Romero, 2014).

El proceso para la realización del compostaje se determina por dos fases, en la primera se desarrolla el proceso de descomposición donde se degradan las moléculas de ser complejas a llegar a considerarse como moléculas orgánicas o inorgánicas. Las moléculas orgánicas tienen la capacidad de retener los metales pesados, para la eliminación de los patógenos se debe alcanzar temperatura de 70 °C con ellos habrá una mejor higiene del producto a esta etapa se la conoce como termofílica, y cuando la temperatura alcanza temperaturas de 45 °C.

Se conoce como mesofílica, estos son los procesos que se utiliza para descomposición e higiene del compost, en la segunda fase se da la formación de ácidos húmicos y fúlvicos, en este la temperatura disminuye a 40 °C a temperatura ambiente lo que significa que tiene menos presencia de actividad microbiana y por ende el producto tendrá mejor resultado, obteniendo mayor estabilidad (Miranda Urrutia, 2018).

1.11. Materiales para propagar plantas.

1.11.1 Enraizantes

Los enraizantes son aquellos productos que se componen por hormonas ya sean estas naturales o sintéticos, tienen como función principal la estimulación de crecimientos de raíces utilizados para la propagación asexual de cualquier cultivo a desarrollarse (J Azcon and M Talon, 2000).

1. 11.2. Fundas de polietileno

Se debe utilizar fundas de color negro con perforaciones en la mitad, para drenar el exceso de agua, las fundas deben tener un tamaño mínimo de 14 por 20 cm para permitir un buen desarrollo de la raíz (FAPECAFES, 2009).

Según (CENICAFE, 2011) el crecimiento de las raíces pueden llegar a estar limitadas por las bolsas de polietileno dependiendo de tamaño que se implementa para la propagación, es necesario que las raíces puedan tener el espacio adecuado para el crecimiento, evitando que haya poca absorción de nutrientes que causan raquitismo y el aumento de la sensibilidad del esqueje.

1.12. Experiencias de uso de sustratos en la reproducción asexual de café.

En la experiencia con el uso de sustrato en la reproducción asexual y la utilización de una hormona dio como resultado que, al utilizar la hormona, un sustrato a base de cascarilla de café, humus, tierra de la localidad y de vivero con un porcentaje de 97% dio un mayor prendimiento en las ramillas este resultado fue entre los 60 y 18 días, además que ácido 1 naftalenacético tuvo resultados satisfactorios en el número, longitud y el peso de las raíces se desarrolle de una mejor manera, mientras que al utilizar la hormona de auxina, citoquinina y giberelina se obtuvieron mejores resultados en cuanto a la cantidad de hojas emitidas y la longitud de la planta a los 60 y 180 días (Lema, 2012).

Además, afirma de acuerdo a las experiencias que la utilización de enraizante Ácido 1-Naftalenacético, al utilizar un mayor porcentaje de este producto y la utilización de sustrato a base de arena, tuvo un efecto positivo por la variable tomada en cuanto a la longitud de la raíz, la emisión de un número mayor de yemas se produjo al utilizar 16 g/l de Ácido 1-Naftalenacético en el mismo sustrato con la utilización de arena (Vera et al., 2015).

La investigación realizada en efecto de sustratos orgánicos en la propagación clonal de café robusta, probando como sustratos enriquecido el humus, cascarilla de café y arroz, con diferentes concentraciones de hormonas, dieron como resultados en cuanto a la altura de la planta sobresalió con 8,72 cm; en ancho de hoja con 3,94 cm, donde hubo diferencia significativa fue al analizar el peso radicular y la longitud (Romero, 2014).

En la investigación realizada se estudió el efecto que tiene los sustratos orgánicos con la clonación del *C. canephora*, los sustratos utilizados fue elaborado con humus, cascarilla de café y la cascarilla de arroz con una proporción 25-50-75%, los resultados

obtenidos en la longitud de la planta, longitud de la hoja, ancho de la hoja, resalto más el tratamiento cinco con un centímetro más que los demás tratamientos, en cuanto a la implementación de sustratos no obtuvieron diferencias significativa (González and Ricardo, 2016).

La utilización de un enraizante con un sustrato realizado a base de arena se obtuvieron mejor porcentaje de enraizamiento, la hormona que se utilizó fue el factor 18 y la dosis que se implementó fue de 12 g/l, obteniendo así un promedios de más del 80%, en cuanto al número de raíces se dio con mejores resultados la aplicación de dosis de 16g/L de ácido 1 naftalenacético más 2g/L de ácido indolbutírico teniendo un promedio de 3,09 raíces, la utilización de sustrato y hormona si produjo un efecto significativo en cuanto al número de las raíces con el uso de 20 ácido 1 naftalenacético y 1 sustrato de suelo, cascarilla de arroz, fibra de palma y sustrato de arena, la implementación del ácido indolbutírico con sustrato pomina y arena. La longitud de las raíces fue positivas al utilizar como sustrato la arena y la aplicación de ácido 1-Naftalacetico con una dosis de 12 g/L, ya que se presentaron mejores resultados en el crecimiento y desarrollo de las raíces, mientras que al utilizar 16 g/L de ácido 1-naftalenacético y el sustrato de arena fue favorecida la cantidad de yema brotadas con un promedio de 1,97 yemas (Lucero, 2013).

En otros estudios realizaron se obtuvieron resultados diferentes con la utilización de un sustrato a base de cascarilla de café, humus, tierra del lugar, tierra de huerto y una dosis de ácido 1- naftalenacético se obtuvo un porcentaje de más del 95% en cuanto al prendimiento a partir de los 60 a 180 días. Al utilizar fitohormona de auxina, citoquinina y giberilinas este obtuvo un promedio mayor en el desarrollo del número de hojas llegando al día 180 un 9, 94, la dosis de ácido 1-naftalacetico ayuda a la longitud, peso y número de raíces emitidas con ayuda del enraizante. Los índices que tienen mayor valor en B/C se llevó a cabo mediante la utilización de ácido 1 naftalenacético, cascarilla de café, tierra del sitio y tierra de huerto, pero es quien ayudo al prendimiento mayor de los esquejes. En esta experiencia se recomienda la utilización de ácido 1 naftalenacético o, cascarilla de café, humus, tierra del sitio y tierra de huerto porque es el que tuvo mejor aceptación y uniformidad en comparación a otros tratamientos (Vinueza and César, 2010).

En otros estudios realizados en cuanto al prendimiento de los esquejes se dieron a conocer que el mejor fue al utilizar tierra de banco, tamo carbonizado fue considerado un 18% como menciona (Yangua and Orlando, 2015), este porcentaje fue similar a los obtenidos otros ensayos realizados, con el tema de propagación vegetativa aplicando hormona de crecimiento en ramilla de café arábico.

Al utilizar los abonos orgánicos como sustrato la planta llega a desarrollarse favorablemente en cuanto al crecimiento longitudinal, ya que la cantidad de nutrientes ayuda a la planta adquirir lo necesario para el desarrollo (Castellón et al., 2000).

Según estudio realizados por Alejo palacios, es su investigación tuvo como resultados que al utilizar como sustratos el bocashi 40%, Humus 25% y fosfoestiércol 20% favorecieron al sistema radicular de la planta, pero el que más se destacó en cuanto a las variables evaluadas fue el sustrato a base de bocashi dando a la planta una mejora calidad y nutrición (Alejo Palacios and Reyes Calva, 2014).

En los trabajos realizado del uso de enraizante y sustratos obtuvieron a los 90 días yemas brotadas con el proceso que determina dos tratamientos los cuales fueron suelo, cascarilla de arroz, fibra de palma y una dosis de 16 g/L de ácido 1 naftalenacético con 2,30cm y con los mismos materiales, pero con una disminución de la hormona fuer desarrollada con un promedio de 2,27 cm lo cual no se encuentra diferencia entre los dos tratamientos (Lucero, 2013).

Según (Lema, 2012) menciona que hay posibilidad que el tamo carbonizado ayude al incremento de yemas por la cantidad de elemento que posee como el silicio que ayuda a la iniciación y desarrollo de yemas.

El número de hojas es una variable que debe medirse al evaluar la utilización de sustratos y hormonas es por ellos que estudios hacen hincapié que a los 15 días con el tratamiento a base de ácido 1 naftalenacético tierra de banco y tamo carbonizado tuvo un promedio de dos hojas, lo cual no fue así con los otros tratamientos, quienes demoraron en salir las dos hojas, a los 45 días el uso de tierra de banco, humus de lombriz dio un promedio de 3 hojas respectivamente.

En representación a la variable considerada largo de la hoja entre los 45 días el uso de tierra de banco y tamo carbonizado obtuvo un porcentaje de 8cm, estos resultados se consideran mayores a los que obtuvo. Según (González and Ricardo, 2016), en la investigación realizada con la utilización de enraizantes orgánicos en el crecimiento de la planta de café en vivero a los 60 días utilizando materia orgánica, tierra de huerto y arena tuvo un promedio de 6,37 cm de hojas, mientras que al utilizar solo arena aumento el largo de la hoja (Chonillo, 2016).

La variable ancho de la hoja con la utilización de tierra de banco, tamo carbonizado y el tratamiento con ácido 1 naftalenacético se obtuvieron promedios de 3 cm de ancho en la hoja esto fue tomada a los 15 días, pero después de aquello el uso de otro tratamiento a base de tierra de banco, tamo carbonizado a los 30 días se destacó por alcanzar un promedio de 4 cm, mientras que a los 45 días el mismo tratamiento tuvo un promedio de 5 cm de ancho de hoja (Duicela G et al., 2004).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Localización y descripción del lugar de ensayo

El presente trabajo de investigación se realizó en el centro de producción y prácticas Manglaralto de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), está ubicado en cabecera parroquial de Manglaralto del cantón Santa Elena, en la vía Dos Mangas, a una altura de 12 msnm, con topografía cuya pendiente es menor al 1%; el área total de 20 ha, y sus coordenadas geográficas 01°50`32``latitud sur, 80°44`22`` longitud oeste.

2.1.2. Ubicación geográfica

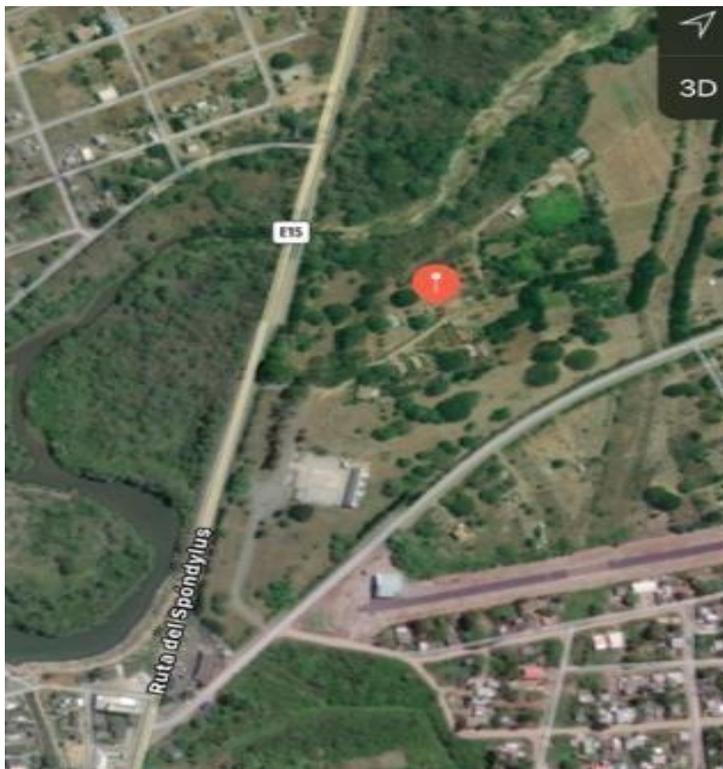


Figura 1: Toma satelital del Centro de prácticas Manglaralto

Fuente: Google (2020)

2.2. Características climáticas del sitio del ensayo.

El clima que representa más a las condiciones de la provincia de Santa Elena es establecido como clima tropical megatérmico árido a semiárido, en 2019 presentaron temperaturas máximas hasta 22 °C y mínimas hasta de 17 °C en los meses de junio hasta octubre

Tabla 1. Temperatura máxima y mínima en la época de estudio en la Parroquia Manglaralto.

Mes	T °C max	T °C min
Junio	22	19
Julio	22	19
Agosto	21	17
Septiembre	21	17
Octubre	21	17

Fuente (Diebel et al., 2019)

2.3. Contenidos químicos del agua utilizadas en el ensayo

Los análisis de agua fueron realizados en el laboratorio de la Estación Experimental Del Litoral Sur, tomando una muestra de agua utilizada para el riego de los cultivos de Manglaralto.

Los análisis realizados presentaron los siguientes datos, el agua que es utilizada para riego de los cultivos en Manglaralto presenta un pH de 7.9 moderadamente alcalino, presenta una clase C3S1 de salinidad media alta y baja en sodio.

Tabla 2. Análisis del agua de riego del ensayo.

μS/c	Mg/L				Meq/L				pH	RA S	PS I	%Na
	Ca	Na	Mg	K	NO ₃	NO ₂	SO ₄	Cl				
1690.	172.	141.	32.	10.	ND	3.84	3.5	10.3	7.	3	2	35.1
0	7	2	8	4			2	4	9			1

2.4. Característica físico químicas del suelo en el sustrato.

Los sustratos empleados corresponden a los tratamientos, los mismos que fueron analizados en el laboratorio Suelos, Tejidos vegetales y Agua de la Estación Experimental Tropical Pichilingue de INIAP, presentan las siguientes características químicas y físicas.

El sustrato S1 Arena 50% + Compost 50 % presenta pH parcialmente neutro, materia orgánica media, los macros y micros elementos se encuentran en niveles altos a excepción de cobre y nitrógeno como amonio en niveles medios.

El sustrato S2 Arena 50% + Tierra Agrícola 50% muestra pH ligeramente alcalino, con materia orgánica baja, los macros y micro elementos se encuentran altos, el nitrógeno en forma de amonio y zinc en escalas medias.

El sustrato S3 Arena 50% + Mantillo 50% se obtuvo pH parcialmente neutro, materia orgánica baja, con macro y micro elementos se determinaron concentraciones altas, con nitrógeno de amonio, zinc y cobre en niveles medios.

Tabla 3 Análisis de los sustratos del ensayo.

Sustratos	Ph	<i>NH₄</i>	P	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	K	Ca	Mg
		Ppm								meq/100ml		
S1	7,3 PN	18 B	105 A	88 A	11,2 A	1,6 M	177 A	34,6 A	1,07 A	1,88 A	15 A	8,4 A
S2	7,9 AI	24 M	99 A	35 A	4,7 M	4,7 A	120 A	17,1 A	1,05 A	2,25 A	17 A	5,5 A
S3	7,5 PN	16 B	35 A	26 A	3,1 M	4,6 A	93 A	16,2 A	0,91 M	0,74 A	15 A	3,5 A
S4	Material estéril											

2.5 Material biológico

El material biológico seleccionado para el experimento *Coffea canephora* proviene de un policlon denominado UPSE, el cual se escogió el Clon CSE-5 para la propagación asexual tomando de estas plantas las ramillas generadas ortotrópicamente por las cabezas de clon, este material fue adaptado a las condiciones de clima y suelo de la zona de Manglaralto hace cinco años presentando características deseables con rendimiento de 1,9 tha⁻¹ tolerante a la salinidad (Arzube, et al., 2017).

2.6 Materiales y equipos

- Fundas de polietileno 6X4
- Caña guadua
- Plástico UV
- Mantillo
- Arena
- Tierra común

- Compost
- Enraizantes
- Fertilizantes
- Desinfectantes
- Tijeras de podar
- Carretillas
- Flexómetro
- Balanza
- Cámara fotográfica
- Equipo de oficina
- Aspersores
- Mangueras
- Tamiz

2.7. Tratamiento y diseño experimental.

Los tratamientos están constituidos por tres sustratos compuesto por el T1 (50% de arena y 50% compost), T2 (50% de arena y 50% tierra común); T3 (50% de arena y 50% mantillo) y T4 100% arena.

El diseño experimental que se utilizará será un Diseño completamente al azar DCA, con cuatro repeticiones, el análisis de las medias poblacionales se realizará mediante Tuckey al 5% de significancia.

Tabla 4 Análisis de la varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	15
Tratamientos	3
Error experimental	12

Tabla 5. Delineamiento experimental

Número de cámaras	1
Dimensiones de la cámara (m)	1.20 x 9
Área de cada cámara (m ²)	10.80
Número de repeticiones	4
Número de tratamientos	4
Área total del tratamiento (m ²)	0.29
Área total del ensayo	10.80
Número de plantas por tratamiento	20
Número total de plantas	320

2.7.1. Croquis de campo

Los tratamientos fueron ubicados en el experimento mediante un diseño bloques completamente al azar DCA, estuvo distribuido en campo de la siguiente manera.

Figura 2. Croquis de campo.

R1	R2	R3	R4
T4	T2	T3	T2
T1	T3	T2	T4
T2	T4	T4	T1
T3	T1	T1	T3

2.8. Manejo del experimento

2.8.1. Cámara enraizante

La cámara de enraizamiento es una adaptación que se realiza para la propagación asexual de plantas con el fin de mantener la humedad adecuada para el desarrollo radicular de las plantas (EcuRed, 2020).

La cámara de enraizamiento es el sitio donde se colocaron inicialmente las fundas de polietileno o bandejas conteniendo el sustrato enriquecido para la “siembra” de las ramillas.

La cámara de enraizamiento debe tener condiciones de humedad y temperaturas adecuadas para favorecer la emisión de nuevos brotes y de raíces.

Las cámaras de enraizamiento deben estar separadas, unas de otras, a una distancia de aproximadamente de 40 cm

2.8.1.1. Construcción de la cámara

La estructura de la cámara está conformada por un marco que delimita su tamaño, el soporte de la cubierta y el plástico transparente como cubierta. El arco se construye con tiras de caña guadua.

El soporte de la cubierta se construye con tiras de caña guadua, en forma de arco, con una longitud adecuada que permita tener una altura de 80 cm en el centro, como cubierta, se colocará un plástico térmico UV transparente de 0.08 micras de 3 m de ancho por la longitud de 10 m de acuerdo al tamaño de la “cámara de enraizamiento” (Duicela et. al., 2012).

2.8.2.2 Características de las fundas de polietileno

Se aconseja que para la utilización de las fundas de polietileno deben ser de color negro, con 12 perforaciones. El tamaño de las fundas que se recomiendan es de 6x4 pulgadas.

2.8.2.3 Sustrato enriquecido

Los sustratos con el cual se llenaron las fundas de polietileno se prepararon de la siguiente manera:

Relación 1:1 de acuerdo al volumen de arena y mantillo

Relación 1:1 con el volumen de arena y tierra común

Relación 1:1 con volumen de arena y compost

Para la obtención de la relación 1:1 se utilizó un balde el cual sirve para poder medir el volumen de cada componente y con ellos obtener una mezcla homogénea.

Los sustratos utilizados se realizaron fuera del cobertizo. Para la elaboración de los sustratos se procedió a desinfectar la arena, compost y mantillo por el cual utilizando producto químico Funguicida (Carboxin + Captan) para evitar la contaminación. El tratamiento uno consistió en la relación 1:1 con el volumen 50% de arena y 50% de compost se realizó la mezcla para homogeneizar el sustrato.

En el tratamiento dos se procedió a realizar lo mismo, pero con la relación 1:1 de 50% de arena y 50% tierra Agrícola obteniendo una mezcla equilibrada evitando que el sustrato tenga un desequilibrio.

El tratamiento tres con la relación 1:1 de 50% de arena y 50% de mantillo, se procedió hacer la mezcla antes mencionado con los sustratos hasta lograr obtener una mezcla homogénea.

El tratamiento 4 consistió en la utilización de un volumen de 100% de arena la que fue previamente desinfectada para evitar la contaminación de algún agente patógeno.

2.8.2.4 Desinfección del sustrato

Para la desinfección del sustrato se utilizará un producto químico Funguicida (Carboxin + Captan) para evitar cualquier contaminación por hongo al momento de ejecutar el ensayo. Se recomienda 1,5 g/l de agua aplicado de manera uniforme por todo el sustrato.

2.8.3 Proceso de multiplicación clonal

Las ramillas que serán utilizadas para la multiplicación clonal deben tener aproximadamente 120 días las ramas agobiadas porque se consideran óptimas para la propagación, se deben descartar las varetas que no presenten características adecuadas para el proceso de multiplicación.

Las fundas de polietileno con el sustrato establecido se deben ubicar en la cámara de enraizamiento, además se le aplicará un riego hasta el punto de saturación.

- El proceso de enraizamiento de esquejes se ejecutará de la siguiente manera:

- Se cortarán las varetas con ayuda de una tijera de podar con un corte bisel, en este caso el material será sacado del clon 5 del jardín clonal.
- La vareta debe tener un color verde claro-oscuro con consistencia poco leñosa
- Las ramillas deben contener un par de hojas y un nudo
- Se llevará las varetas a la cámara de enraizamiento y se procederá a cortar las ramillas para la propagación.
- En un balde de 20 litros se colocó funguicida (Carboxin + Captan) y enraizante (ácido -1 naftalenacético).
- Se colocarán las ramillas en el balde y se dejará por 15 minutos aproximadamente.
- Se empleará el enraizante ácido 1 naftalenacético al corte basal de la ramilla, se fija una pizca del enraizante, el cual ayudará a la formación de callos y raíces.
- Para el trasplante de las ramillas se debe realizar un hoyo en la parte central de las fundas.
- Se colocará la ramilla en el hoyo de manera vertical, presionando suavemente sin dejar bolsas de aire.
- Después de la labor de siembra se cubre la cámara de enraizamiento una lámina de plástico UV para regular la humedad.

2.8.3.1 Manejo de las cámaras de enraizamiento

Si hay una reducción de humedad se debe aplicar agua cuidadosamente por los bordes de la cámara de enraizamiento, pero cuando existe un exceso de humedad se puede evidenciar algas en el sustrato se debe abrir un poco la cámara del enraizamiento para permitir la aireación.

Si no hay problemas, se debe dejar cerrada la cámara hasta los 30 días, se observa las brotaciones de las yemas y con ello la aparición de las raíces a partir de los callos.

2.8.3.2 Ordenamiento del vivero

Las fundas que contienen las plantas clonales deben ser ordenadas por hilera doble, tomando en cuenta los distanciamientos la cual sirve para facilitar las labores que se

realizarán en la cámara como el deshierbe, riego, fertilización y el control de plagas y enfermedades, además que crea un ambiente adecuado para el desarrollo de las plantas.

Manejo del experimento

2.8.3.3 Labores culturales en el vivero

Las prácticas que se realizarán en el vivero tienen como objetivo dar las condiciones adecuada para el desarrollo de la planta.

Las principales labores en el vivero de café son: Riego, fertilización, control de maleza, control de enfermedades, control de plagas.

2.8.4.1 Riegos

El riego se realizó después de los 87 días, se aplicó periódicamente además se consideró las necesidades hídricas que tenga la planta, evitando que haya un exceso o deficiencia de agua.

2.8.4.2. Fertilización

La fertilización se realizó con los nutrientes que se encontraban en cada sustrato enriquecido.

2.8.4.3. Control de malezas

La arvenses se controlaron manual y periódicamente, con el objetivo de evitar la propagación de plagas, además que compiten por nutrientes y luz, se procuró tener la cámara limpia.

2.8.4.4 Control de enfermedades

El control de las enfermedades se realizó desde la preparación del sustrato hasta la colocación de las plantas en la cámara de enraizamiento con un fungicida (captan) en dosis de 1 a 2 gr/lts de agua, esta aplicación se realizó cada 15 días.

2.9 Variables experimentales

2.9.1 Variables independientes

2.9.1.1 Sustratos

Los sustratos que se utilizó para ser evaluados como tratamiento correspondieron a los siguientes porcentajes en representación al volumen:

Tratamiento 1: 50% de arena y 50% de compost.

Tratamiento 2: 50% de arena y 50% tierra común.

Tratamiento 3: 50% de arena y 50% de mantillo.

Tratamiento 4: 100% de arena

Se manejaron un total de 320 plantas en el experimento, 80 por cada tratamiento correspondiente al sustrato, las cuales se tomaron 5 plantas por tratamiento para la evaluación longitud de raíces, diámetro de raíz, número y longitud de brotes, porcentaje de enraizamiento y callosidad, peso fresco y seco de la raíz.

2.9.2 Variables dependientes

2.9.2.1 Sobrevivencia

Se realizó el porcentaje de sobrevivencia con ayuda de la siguiente formula, mediante la observación y el conteo que se realizó a los 35 días después de la siembra, esta variable fue contabilizada hasta los 84 días.

$$\% \text{ (plantas sobrevivientes)} = \frac{\text{Número de plantas sobrevivientes}}{\text{Número total de plantas sembradas}} \times 100$$

2.9.2.2 Mortalidad

Se evaluó mediante la observación tomando en cuenta la mortalidad y el total de plantas la cual nos dará el resultado en porcentaje.

2.9.2.3 Longitud y diámetro de raíces

Se midió la longitud y diámetro de raíz en milímetros después de haber terminado el experimento.

2.9.2.4 Número y longitud de brotes

Los números de brotes se determinó con la observación y el conteo de cada uno, después de ellos con la ayuda de un calibrador Vernier se midió la longitud de los brotes desde la parte basal hasta el apical en centímetros.

2.9.2.4 Peso fresco y seco radicular

La variable del peso fresco en gramos se estableció mediante la utilización de una balanza analítica.

El peso seco se determinó con la utilización de la estufa, las raíces fueron colocadas a 65 °C por 48 horas, este procedimiento fue realizado a los 87 días después de la siembra.

2.10. Costo de producción

Se determinó el costo de producción para conocer el gasto que se realizó para la ejecución del experimento, mismos que se proyectaron para el área del vivero que tiene capacidad para producir 4600 plantas. Se determinó el costo unitario por planta y el costo por hectárea de 1111, así como el rubro de mano de obra.

CAPÍTULO 3. RESULTADO Y DISCUSIÓN

A continuación, se determinarán los resultados de la eficacia de sustratos en la clonación de genotipos de café robusta *Coffea Canephora* realizados en la parroquia Manglaralto, Santa Elena, describiendo las variables evaluadas recolectadas en laboratorio y campo.

3.1. RESULTADOS

3.1.1. Supervivencia

Con un total de 80 plantas por tratamientos, los resultados en el análisis de varianza (Figura 9A) no tuvieron diferencia significativa a los 87 días después de la siembra (dds). El coeficiente de variación es 0.92% y el promedio general es de 66.25.

El análisis estadístico (Tukey $p \leq 0.05$) en la tabla 6 muestra comportamientos similares de los tratamientos, sin embargo, se puede apreciar que el tratamiento T4 obtiene promedio de 72,5% seguido del tratamiento T3 con 67,5% y por último los tratamientos T1 y T2 tienen promedios de 62, 5%

Tabla 6. Porcentaje de supervivencia de plantas a los 87 días dds -log 10 (x.100)

Tratamiento	Porcentaje datos reales		Porcentajes datos transformados	
T1 (Arena + Compost)	62,5	a	4,80	a
T2 (Arena + Tierra agrícola)	62,5	a	4,80	a
T3 (Arena + Mantillo)	67,5	a	4,83	a
T4 (Arena)	72,5	a	4,86	a

C.V. = 0,92%

3.1.2. Mortalidad

El análisis de varianza de mortalidad, que se observa en la figura 10A, indica que no hay diferencia estadística significativa entre los tratamientos al 5% de probabilidad. De igual manera mediante la prueba de Tukey (Tabla 7), se comprobó que los

tratamientos T3 y T4 obtienen los índices de mortalidad más altos con 37.5% respectivamente. El coeficiente variación es de 2.03%.

Tabla 7. Porcentaje de mortalidad de plantas $-\log_{10}(x.1000)$

Tratamiento	Datos reales		Porcentajes datos transformados	
T1 (Arena + Compost)	37,5	a	4,57	a
T2 (Arena + Tierra agrícola)	37,5	a	4,57	a
T3 (Arena + Mantillo)	32,5	a	4,51	a
T4 (Arena)	27,5	a	4,43	a

C.V. = 2,03%

3.1.3. Raíz

En la figura 11A se puede denotar que los resultados obtenidos de la variable porcentaje de raíz se encontró diferencia significativa entre los tratamientos a los 87 días después de la siembra; el coeficiente de variación se sitúa en 0.25% y la media general de 26.25.

En la evaluación realizada mediante la prueba de Tukey al 5%, presenta dos grupos estadísticos, destacando el tratamiento T2 (Arena + Tierra agrícola) por presentar 45% de enraizamiento, mientras que el tratamiento T4 (Arena) obtuvo menor enraizamiento 10% (tabla 8).

Tabla 8. Porcentaje de raíz de plantas $-\log_{10}(X+1000)$

Tratamiento	Datos reales %			Porcentajes datos transformados		
T1 (Arena + Compost)	20	a	b	3,01	a	b
T2 (Arena + Tierra agrícola)	45		b	3,02		b
T3 (Arena + Mantillo)	30	a	b	3,02	a	b
T4 (Arena)	10	a		3,01	a	

C.V: 0,25%

3.1.4. Callosidad

Los resultados obtenidos con el análisis de la varianza al 5% de significancia para la variable callosidad no presentaron diferencia estadística.

El análisis estadístico realizado a las medias poblacionales de los tratamientos mediante Tukey al 5% de significancia estadística, determino al tratamiento T4 (Arena) con mejores resultados en cuanto a esta variable con el 90%, mientras que, el T2 (Arena + Tierra agrícola) tuvo menor promedio con 55% de callosidad.

Tabla 9. Porcentaje de callos de plantas $-\log_{10}(X.1000)$

Tratamiento	Datos reales		Porcentajes datos transformados	
T1 (Arena + Compost)	80	a	4,90	a
T2 (Arena + Tierra agrícola)	55	a	4,74	a
T3 (Arena + Mantillo)	70	a	4,83	a
T4 (Arena)	90	a	4,95	a

C.V: 2,11%

3.1.5. Longitud de raíz

El análisis de varianza longitud de raíz figura 13A, tomada a los 87 días después de la siembra demuestra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos. El coeficiente de variación es 27.94%.

Los resultados representados en la Tabla 10 muestra que la variable obtuvo rangos de 3.05 para T1 (Arena + Compost) y 6.19 cm para el T3 (Arena + Mantillo), seguido del tratamiento T2 (Arena + Tierra agrícola) quien tuvo 5,0 cm.

Tabla 10. Porcentaje longitud de raíz de plantas expresadas en cm.

Tratamiento	Datos reales	
T1 (Arena + Compost)	4,45	a
T2 (Arena + Tierra agrícola)	5,0	a
T3 (Arena + Mantillo)	6,19	a
T4 (Arena)	7,57	a

C.V: 27.94%

3.1.6. Diámetro de raíz

Mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) de probabilidad el análisis estadístico de la variable diámetro de raíz figura 14A muestra que no existe diferencia entre tratamientos.

Los resultados Tabla 11 presentaron los siguientes resultados, el tratamiento T2 (Arena +Tierra agrícola) corresponde al 2,83 cm se destacó por obtener el mejor promedio en esta variable, seguido de tratamiento T4 (Arena) con 2,30 cm, mientras que, el tratamiento T3 (Arena + Mantillo) obtuvo promedio de 2,18 cm.

Tabla 11 Porcentaje diámetro de raíz de plantas evaluadas en cm.

Tratamiento	Porcentaje datos reales	
T1 (Arena + Compost)	2,28	a
T2 (Arena + Tierra agrícola)	2,83	a
T3 (Arena + Mantillo)	2,18	a
T4 (Arena)	2,30	a

C.V: 27.41%

3.1.7. Presencia de un brote

En la figura 15A se muestra los resultados obtenidos en el análisis estadístico, mediante la prueba de Tuckey 5% de significancia para conocer el porcentaje de plantas que presentaron un brote en el experimento, se trasformaron los datos con -log

10 (x.1000), considerando que el coeficiente de variación fue 5.14% lo cual corresponde a un buen grado de confiabilidad.

En la Tabla 12 se muestran los siguientes resultados, el T3 (Arena + Mantillo) y T4 (Arena) obtuvieron promedios similares de 55%, mientras que, el tratamiento T1 (Arena + Compost) y T2 (Arena + Tierra Agrícola) presentaron promedios de 40% respectivamente.

Tabla 12. Porcentaje de plantas que presentan 1 brote $-\log_{10}(X.1000)$

Tratamiento	Porcentaje datos		Porcentajes datos	
	reales		transformados	
T1 (Arena + Compost)	40	a	4,53	a
T2 (Arena + Tierra agrícola)	40	a	4,57	a
T3 (Arena + Mantillo)	55	a	4,68	a
T4 (Arena)	55	a	4,72	a

C.V: 5,14%

3.1.8. Presencia de dos brotes

En la figura 16A se presentan los resultados con análisis de varianza al 5% de significancia, demuestra que no existe diferencia estadística entre los tratamientos con un coeficiente de variación 0,31% de confiabilidad y media general de 52.5.

Los resultados representados en la Tabla 13 muestra los tratamientos T1 (Arena+ Compost) y T2 (Arena + Tierra Agrícola) con porcentajes iguales 60%, mientras que, el tratamiento T3 (Arena + Mantillo) y T4 (Arena) con promedio de 45%.

Tabla 13. Porcentaje de plantas que presentan 2 brote $-\log_{10}(X.1000)$

Tratamiento	Porcentaje datos reales		Porcentajes datos transformados	
T1 (Arena + Compost)	60	a	3,03	a
T2 (Arena + Tierra agrícola)	60	a	3,03	a
T3 (Arena + Mantillo)	45	a	3,02	a
T4 (Arena)	45	a	3,02	a

C.V: 0,31

3.1.9. Longitud de brote

El análisis de varianza correspondiente longitud de brote demostrada en la figura 17A no presentaron diferencia estadística entre los tratamientos.

Los resultados representados en la Tabla 14 demuestran los siguientes resultados en la variable se obtuvieron valores de 2,84 constituido del tratamiento T4 (Arena), seguido del tratamiento T2 (Arena + Tierra Agrícola) con 2,95, mientras que, el tratamiento T3 (Arena + Mantillo) con 3,63 cm presenta mejor longitud de brote.

Tabla 14. Porcentaje longitud de brotes plantas expresadas en cm.

Tratamiento	Porcentaje datos reales	
T1 (Arena + Compost)	3,05	a
T2 (Arena + Tierra agrícola)	2,95	a
T3 (Arena + Mantillo)	3,63	a
T4 (Arena)	2,84	a

C.V: 26,26%

3.1.10. Peso fresco de raíz

En la figura 18A se muestra los resultados del análisis de varianza, donde se encontró diferencia significativa entre los tratamientos con el 5% de significancia, teniendo un coeficiente de variación de 28,05%.

Los resultados en la Tabla 15 señalan diferencia significativa entre las medias poblacionales, los T1; T2 y T3 forman el primer grupo estadístico y el T4 forma un segundo grupo. Se destaca del análisis el tratamiento T4 (Arena) con 0,40 g de peso fresco de raíz considerándose el mayor promedio, seguido del tratamiento T1 (Arena + Compost) con 0,09 g de peso fresco de raíz.

Tabla 15. Porcentaje peso fresco de raíz de plantas expresados en gramo (gr)

Tratamiento	Porcentaje datos reales	
T1 (Arena + Compost)	0,09	a
T2 (Arena + Tierra agrícola)	0,20	a
T3 (Arena + Mantillo)	0,12	a
T4 (Arena)	0,40	b

C.V: 28,05%

3.1.11. Peso seco de raíz

Los resultados obtenidos en la variable peso seco de raíz demostrada en la figura 19A demuestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos. Coeficiente de variación de 34.97%.

En la tabla 16 se muestran los siguientes resultados los porcentajes estaban evaluados a partir de 0,01 a 0,03 gramos, considerando que el mejor porcentaje de la variable peso seco de raíz equivale al tratamiento T2 (Arena + Tierra agrícola) Y T4 (Arena) con 0,03 gr, mientras que, el tratamiento T1 (Arena + Compost) con 0,01 respectivamente.

Tabla 16. Porcentaje peso seco de raíz de plantas expresado en gramo (gr).

Tratamiento	Porcentaje datos reales		
T1 (Arena + Compost)	0,01	a	
T2 (Arena + Tierra agrícola)	0,03	a	b
T3 (Arena + Mantillo)	0,02	a	b
T4 (Arena)	0,03		b

C.V: 34,97%

3.1.12. Cantidad de agua (H₂O)

Los resultados análisis de varianza realizado y la prueba de Tuckey al 5% de probabilidad, demuestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

La tabla 17 muestra el porcentaje de agua contenida en las raíces de cada planta, mostrando tres grupos, el grupo uno conformado por el T3 y T2 y este a la vez forma parte del grupo dos con el T1 que también forma parte del tercer grupo conjuntamente con el T4. El mayor porcentaje se encontró en el tratamiento T4 (Arena) representado con el 91,38%, seguido de T1 (Arena + Compost) con un 87,95%, y el menor porcentaje de agua lo obtuvo el tratamiento T2 (Arena + Mantillo) con 83,09% respectivamente, el coeficiente de variación es 2,32%.

Tabla 17. Porcentaje del contenido de agua en las raíces.

Tratamiento	Porcentaje datos reales		
T1 (Arena + Compost)	87,95	b	c
T2 (Arena + Tierra agrícola)	85,78	a	b
T3 (Arena + Mantillo)	83,09	a	
T4 (Arena)	91,38		c

C.V: 2,32%

3.1.13. Costo de producción.

El análisis económico por tratamiento mostrados en las tablas 15,16,17,18, se determinó mediante el costo de producción, para conocer el gasto que se realizó para la ejecución del experimento, mismos que se proyectaron a una producción de 4600 según las dimensiones del vivero 10 de ancho por 12 metros de largo; el mayor rubro lo genera el vivero con 1534 USD, mismo, que se deprecia de forma lineal a 3 año y se considera 3 ciclo de producción al año, por lo que la depreciación se realiza para 9 ciclos de producción, por otra parte, la variación de los costos de producción se debe a los sustratos utilizados en cada tratamiento. Los costos unitarios se sitúan entre 0.14 y 0.16 dólares por planta, mismos que se derivan por hectárea entre 159.55 a 173.31 USD a los 85 días que duró el experimento.

Tabla 18. Costo de materiales y equipo implementados para el experimento del tratamiento 1 (Arena y Compost).

Materiales y construcción de viveros	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Total
Plástico (Transparente)	m2	20	1,6	32
Tubos PVC 4 pulgadas (desagüe)	tubos/3m	12	12,5	150
Manguera PE flex 32 mm	M	50	1	50
Caña guadua	Unidad	21	5	105
Grapas de 1 pulgada	Lb	20	3,1	62
Alambre galvanizado No 10	Lb	20	2	40
Fundas plásticas negra 5x7	Ciento	20	3	60
Sarán 100x4 m (50% luminosidad)	Rollo	4	206,25	825
Carretilla metálica	Unidad	2	30	60
Tijera de podar manual	Unidad	6	10	60
Construcción vivero	Jornales	6	15	90
			Total Vivero	1534
valor depreciado de forma lineal a 3 años				170,44
construcción cámara y materiales de clonación				
Hormonagro 1	100gr	1	7	7
Mantillo	Metro	20	1	20
Arena de río lavada (dulce)	m3	2	25	50
Compost	Sacos	6	5	30
Guantes de látex	Guantes	0,5	10	5
Construcción de cámaras	Jornales	8	15	120
Desinfección de sustratos y llenado de fundas	Jornales	6	15	90
Riego y controles fitosanitario de plántulas	Jornales	6	15	90
				412
SUBTOTAL (Dólares)				582,44
Costos administrativos 10%				58,24
Costos financieros 12%				76,88
SUBTOTAL (Dólares)				717,57
Número de plantas clonales				4600
Costos por plántula usd				0,16
Costo por hectárea				173,31

Tabla 19. Costo de materiales y equipo implementados para el experimento del tratamiento 2 (Arena y Tierra agrícola).

Materiales y construcción de viveros	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Total
Plástico (Transparente)	m2	20	1,6	32
Tubos PVC 4 pulgadas (desagüe)	tubos/3m	12	12,5	150
Manguera PE flex 32 mm	M	50	1	50
Caña guadua	Unidad	21	5	105
Grapas de 1 pulgada	Lb	20	3,1	62
Alambre galvanizado No 10	Lb	20	2	40
Fundas plásticas negra 5x7	Ciento	20	3	60
Sarán 100x4 m (50% luminosidad)	rollo	4	206,25	825
Carretilla metálica	Unidad	2	30	60
Tijera de podar manual	Unidad	6	10	60
Construcción vivero	Jornales	6	15	90
			Total Vivero	1534
valor depreciado de forma lineal a 3 años				170,44
construcción cámara y materiales de clonación				
Hormonagro 1	100gr	1	7	7
Arena de río lavada (dulce)	m3	2	25	50
Tierra Agrícola	Metro	20	1	20
Tamiz	Metro	1,25	3	3,75
Guantes de látex	Guantes	0,5	10	5
Construcción de cámaras	Jornales	8	15	120
Desinfección de sustratos y llenado de fundas	Jornales	6	15	90
Riego y controles fitosanitario de plántulas	Jornales	6	15	90
				385,75
SUBTOTAL (Dólares)				556,19
Costos administrativos 10%				55,62
Costos financieros 12%				73,42
SUBTOTAL (Dólares)				685,23
Número de plantas clonales				4600
Costos por plántula usd				0,15
Costo por hectárea				165,50

Tabla 20. Costo de materiales y equipo implementados para el experimento del tratamiento 3 (Arena y Mantillo).

Materiales y construcción de viveros	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Total
Plástico (Transparente)	m2	20	1,6	32
Tubos PVC 4 pulgadas (desagüe)	tubos/3m	12	12,5	150
Manguera PE flex 32 mm	M	50	1	50
Caña guadua	Unidad	21	5	105
Grapas de 1 pulgada	Lb	20	3,1	62
Alambre galvanizado No 10	Lb	20	2	40
Fundas plásticas negra 5x7	Ciento	20	3	60
Sarán 100x4 m (50% luminosidad)	rollo	4	206,25	825
Carretilla metálica	Unidad	2	30	60
Tijera de podar manual	Unidad	6	10	60
Construcción vivero	Jornales	6	15	90
			Total Vivero	1534
valor depreciado de forma lineal a 3 años				170,44
construcción cámara y materiales de clonación				
Hormonagro 1	100gr	1	7	7
Mantillo	Mesacastro	6	3	18
Arena de río lavada (dulce)	m3	2	25	50
Tamiz	Metro	1,25	3	3,75
Guantes de látex	Guantes	0,5	10	5
Construcción de cámaras	Jornales	8	15	120
Desinfección de sustratos y llenado de fundas	Jornales	6	15	90
Riego y controles fitosanitario de plántulas	Jornales	6	15	90
				383,75
SUBTOTAL (Dólares)				554,19
Costos administrativos 10%				55,42
Costos financieros 12%				73,15
SUBTOTAL (Dólares)				682,77
Número de plantas clonales				4600
Costos por plántula usd				0,15
Costo por hectárea				164,90

Tabla 21. Costo de materiales y equipo implementados para el experimento del tratamiento 4 (Arena).

Materiales y construcción de viveros	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Total
Plástico (Transparente)	m2	20	1,6	32
Tubos PVC 4 pulgadas (desagüe)	tubos/3m	12	12,5	150
Manguera PE flex 32 mm	M	50	1	50
Caña guadua	Unidad	21	5	105
Grapas de 1 pulgada	Lb	20	3,1	62
Alambre galvanizado No 10	Lb	20	2	40
Fundas plásticas negra 5x7	Ciento	20	3	60
Sarán 100x4 m (50% luminosidad)	rollo	4	206,25	825
Carretilla metálica	Unidad	2	30	60
Tijera de podar manual	Unidad	6	10	60
Construcción vivero	Jornales	6	15	90
			Total Vivero	1534
valor depreciado de forma lineal a 3 años				170,44
construcción cámara y materiales de clonación				
Hormonagro 1	100gr	1	7	7
Arena de río lavada (dulce)	m3	2	25	50
Tamiz	Metro	1,25	3	3,75
Guantes de látex	Guantes	0,5	10	5
Construcción de cámaras	Jornales	8	15	120
Desinfección de sustratos y llenado de fundas	Jornales	6	15	90
Riego y controles fitosanitario de plántulas	Jornales	6	15	90
				365,75
			SUBTOTAL (Dólares)	536,19
			Costos administrativos 10%	53,62
			Costos financieros 12%	70,78
			SUBTOTAL (Dólares)	660,59
			Número de plantas clonales	4600
			Costos por plántula usd	0,14
			Costo por hectárea	159,55

DISCUSIÓN

La variable porcentaje de sobrevivencia obtenidos en el estudio de eficacia de sustratos en la propagación de café robusta correspondió con mejor comportamiento al tratamiento 4 cuyo material fue 100% arena representando con 72,5% esto se debe a que la arena posee característica de soltura y mayor aireación y presenta menos mortalidad al ser utilizada como sustrato (Aliaga, 2009). Además de acuerdo con (Enriquez and Alberto, 2010) quien menciona que la sobrevivencia tiene que ver con las condiciones ambientales, considerando la humedad, luminosidad y temperatura que favorezcan su nivel de prendimiento, con ello también la cantidad de agua, nutrientes y hormonas quienes ayudan al desarrollo de las raíces y evidenciar un alto porcentaje de prendimiento en la propagación.

El porcentaje de callosidad evaluados en el estudio presentaron resultados de 55% en el tratamiento 2 con material de 50% de arena y 50% tierra agrícola, de acuerdo con (Vera et al., 2015) quienes con la utilización de sustrato a bases de arena y tierra agrícola 8,8% de esquejes muertos y 91,3 % de callosidad, por otra parte, al no haber seleccionado los esquejes en basales y apicales se generó una mezcla de esquejes y ocasionar una baja en la formación de raíces como lo expresa (Herrera, 2009) que al propagar las varetas obtenidas de la parte basal tienden a presentar abundantes callosidades y pocas raíces.

El porcentaje de raíz se encontró diferencia estadística considerando que el mejor tratamiento fue el tratamiento T2 a base de tierra agrícola y arena, representado con el 45% de enraizamiento, con la ayuda del enraizante se pudo obtener estos resultados, en concordancia con (Lema, 2012) quien en una investigación demostró que la utilización del ácido naftalenacético con la cantidad de auxina ayuda a la emisión de raíces y el crecimiento radicular.

Para la variable longitud de raíz no se encontraron diferencia significativa entre los tratamientos, obteniendo una diferencia numérica entre ellos, demostrando que el mejor tratamiento 4 a base de (100% de arena) con 7,57 cm, investigación realizada por (Romero, 2014) menciona que el tratamiento a base de cascarilla de arroz y tierra agrícola llegan alcanzar con promedios de 3,33 cm.

Las variables evaluadas números y longitud de brotes no hubo significación estadística entre los tratamientos, pero si diferencia numérica, teniendo los mejores resultados el sustrato de arena y tierra agrícola con longitudes de 4,30 cm al respecto, (Pérez and Jesús, 2009) menciona que el uso de sustratos inertes, no nutre el brote, por su baja capacidad de retención de humedad, sin embargo, el mejor tratamiento del número de brotes es la que contiene compost y arena, por el aporte de materia orgánica según lo demuestra (Chonillo, 2016) con resultados en promedio al brote de dos yemas por la implementación de materia orgánica.

El peso de raíz presentado entre los tratamientos se encontró diferencia significativa, mediante la aplicación de ácido naftalenacético además que con ayuda de sustrato se conoció que el mejor tratamiento en cuanto al peso de la raíz fresco fue a base de arena con 0,40 g, en concordancia con (Lema, 2012) en un estudio realizado tuvo como resultados que el peso de la raíz se debe a la cantidad de enraizador ácido naftalenacético aplicado a la ramilla, además que se relaciona con las características físico-químico que presentan los sustratos considerando uno de los factores importante es la obtención de un buen drenaje.

Los resultados obtenidos de las variables longitud y diámetro de la raíz no presentaron diferencia estadística, sin embargo, la variable peso fresco de raíz evaluada al $P \leq 0.5$ se encontró diferencia estadística entre los tratamientos, siendo mejor el sustrato de arena quien tuvo mejores resultados, En desacuerdo con (Villalobos et al., 2009) quien indica que la mayor acumulación y peso de la masa radicular se da en sustratos a base de compost al ser un abono orgánico proporciona elementos nutritivos que se acumulan en la estructura radical una vez transformadas la energía solar en energía química para la provisión de compuesto de carbono.

El análisis económico muestra que los precios de las plantas en los diferentes sustratos oscilan entre los 0,14 a 0,16 ctv./plantas de acuerdo con los precios presentados por (Alejo Palacios and Reyes Calva, 2014) quien demuestra que los valores de las plántulas de café tienen valores entre 0,16 a 0,18 ctvs. El menor costo de producción en cuanto a los sustratos se obtuvo con el de Arena teniendo un total de \$159,55 y el mayor a base de Arena y Compost con \$173,31.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Las variables agronómicas fueron evaluadas de acuerdo a los protocolos evidenciados en diferentes fuentes de investigación, determinando los mejores resultados en cuanto a las variables agronómicas, el porcentaje de planta que sobrevivieron representado por el T4 (Arena) % con 72,5; menor porcentaje de mortalidad T4 (Arena) con 27,5%; porcentaje de enraizamiento T2 (Arena y Tierra agrícola) 45%; callosidad con T4 (Arena) 90%; longitud de raíz T3 (Arena y Mantillo) con 7,57 cm; diámetro de raíz T2 (Arena y Tierra agrícola) con 2,83 cm; presencia de un brote T3 (Arena y Mantillo) y T4 (Arena) con 55%; presencia de dos brotes T1(Arena y compost) y T2 (Arena y tierra agrícola) con 60%; peso fresco de raíz T4(Arena) con 0,40gr; peso seco de raíz T2 (Arena y Tierra agrícola) y T4 (Arena) con 0,03 gr y cantidad de agua T4 (Arena) con 91,38%.

La eficacia de los sustratos en la propagación de café robusta presentó resultados favorables, se evidenció que el sustrato con mejor desempeño para propagar y obtener un buen porcentaje de emisión de raíces fue el tratamiento 2 (50% arena; 50% tierra agrícola), sin embargo, los tratamientos 3 (50% arena; 50% mantillo) y tratamiento 4 (100% arena), presentaron mayores porcentajes de sobrevivencia, considerándose como sustratos idóneos para la propagación vegetal en café.

El análisis económico realizado a los tratamientos mediante el costo de producción, demostró que la mayor inversión entre los 4 tratamientos de sustratos fue a base T1 (Compost y Arena) siendo el costo por planta de \$0,16 , el tratamiento 2 (Arena y Tierra agrícola) y tratamiento 3 (Arena y mantillos), ambos presentaron costos de \$0,15 por planta y para el T4 (Arena) con \$0,14.

Recomendaciones

- Realizar investigaciones sobre propagación, utilizando diferentes materiales vegetativos, así mismo diferentes tipos de sustratos.
- Realizar estudios de clonación de diferentes tipos de plantas con sustratos a base de arena, tierra agrícola y mantillo.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

1. Abanto-Rodriguez, C., García-Soria, D., Guerra-Árevalo, W., Murga- Orrillo, H., Saldaña-Ríos, G., Vázquez-Reátegui, D., Tadashi-Sakazak, R., 2016. Organic substrates in *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) plants Production. *Sci. Agropecu.* 7, 341–347. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.23>
2. Adum, B., Jazmin, C., 2014. Determinación de la compatibilidad genética en nueve materiales superiores de café robusta (*Coffea canephora* L.).
3. Alcívar, I., 2012. Efectos de diferentes tipos y volúmenes de substratos en el desarrollo vegetativo de plántulas de café arábigo a nivel de vivero. (Académico). Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.
4. Alejo Palacios, A.J., Reyes Calva, L.R., 2014. Evaluación de sustratos y tipos de recipiente en el crecimiento de plántulas de café arábigo, en condiciones de vivero.
5. Aliaga, M., 2009. EFECTO DE BIOESTIMULANTES EN LA FORMACIÓN DE CALLOS DE *Haplorhus peruviana* Engl. PARA LA PROPAGACIÓN. Perú.
6. Aucancela Guamán, D., 2017. Propagación vegetativa de café robusta (*Coffea canephora*) utilizando dos hormonas enraizantes en diferentes concentraciones en el cantón Bucay.
7. Avellán, P., Fernando, L., 2012. Caracterización y selección fenotípica de genotipos superiores de *coffea canephora pierre* en el banco de germoplasma de la eetpichilingue del iniap.
8. J Azcon and M Talon (2000) „Fundamentos de fisiología vegetal“, p. 286,287,317.
9. Barva, H., 2011. Guía Técnica para el cultivo de café, primera. ed. Instituto de café de Costa Rica (ICAFFE), Costa Rica.
10. Castellón, J.U., Muschler, R., Jiménez Otárola, F., 2000. Abonos orgánicos: efecto de sombra y altitud en almácigos de café.
11. CENICAFFE, 2011. Almácigos de café: calidad fitosanitaria, manejo y siembra en el campo. Sandra Milena.

12. Censos, I.N. de E. y, 2018. Censo Nacional Agropecuario [WWW Document]. Inst. Nac. Estad. Censos. URL <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/> (accessed 11.6.19).
13. Chonillo, M., 2016. “Propagación de café robusta (*Coffea canephora*) por esquejes usando fitohormonas y mezcla de sustratos, en la zona de Vinces-Ecuador.”
14. Contreras, J., 2002. Evaluación de medios de crecimiento de café (*Coffea arabica* L.) trasplantado a bolsa de polietileno. (Académico). Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.
15. Diebel, J., Norda, J., Kretchmer, O., 2019. El clima típico de cualquier lugar del mundo [WWW Document]. Weather Spark. URL <https://es.weatherspark.com/y/18289/Clima-promedio-en-Santa-Elena-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>
16. Duicela G, L., Corral C, R., Amores P, F., Guerrero C, H., 2004. Crianza de plantulas de cafe en el vivero. Como mejorar la calidad del material de siembra para contribuir al exito de la renovacion de cafetales. Boletin Divulg.
17. Enríquez Calderón, G.A., Duicela Guambi, L.A., 2014. Guía técnica para la producción y poscosecha del café robusta. Consejo Cafetalero Nacional COFENAC, S.l.
18. Enriquez, E., Alberto, E., 2010. Potencial de enraizamiento de estacas ortotrópicas provenientes de plantas somáticas de cuatro genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo nacional. Quevedo, Los Ríos.
19. FAPECAFES, 2009. Café Orgánico, Café Árabe con Enfoque Agroecológico., Primera edición. ed. PRODEL, Loja-Ecuador.
20. González, B., Ricardo, H., 2016. Evaluación de Enraizadores Orgánicos en el crecimiento de la planta de Café, Variedad Robusta (*Coffea canephora*) en viveros en el cantón General Villamil Playas .
21. González, D., 2001. Comparación entre la bolsa y el “cono macetero” o “tubete” en la producción de plantas de café. (Académico). Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, El Zamorano, Honduras.
22. Guerrero Castillo, H.E., Luis Fernando, P.A., Quijano Rivadeneira, G.C., Párraga Vélez, J.R., Subía García, C.R., Calderón Peña, E.D., Loo Solórzano,

- R.G., 2016. Multiplicación clonal en campo de individuos seleccionados de café robusta (*Coffea canephora*) Protocolo: 6. Mejoramiento y homologación de los procesos y protocolo de investigación, validación y producción de servicio de cacao café.
23. Herrera, J.G.Á., 2009. Propagación asexual de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en diferentes sustratos y a distintos niveles de auxina. *Agron. Colomb.* 27, 341–348.
24. Lema, L., 2012. EVALUACION DE LA EFICACIA DE SEIS ENRAIZADORES Y DOS SUSTRATOS PARA LA PROPAGACION DE RAMILLAS DE CAFÉ ROBUSTA (*Coffea Canephora*) EN VIVERO, CANTON FRANCISCO DE ORELLANA, PROVINCIA DE ORELLANA.
25. Loor Solórzano, R.G., Plaza Avellán, L.F., Guerrero Castillo, H.E., Zambrano Flores, F.G., 2015. Desarrollo de una variedad policlonal de café robusta (*Coffea canephora* P.) para Quevedo y otras zonas agroclimáticas similares de la Costa ecuatoriana.
26. López, J., Huete, M., Martínez, C., 2012. Biblioteca Digital Wilson Popenoe: Evaluación de cuatro sustratos para el establecimiento de almácigos de café (*Coffea arabica* L.) en tubetes en la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.
27. Lucero, D., 2013. ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE CAFÉ VARIEDAD ROBUSTA *Coffea canephora*.
28. MAGAP, COFENAC, 2017. MAGAP Y COFENAC coordinan acciones para mejorar producción de café en Manabí – Ministerio de Agricultura y Ganadería [WWW Document]. URL <https://www.agricultura.gob.ec/magap-y-cofenac-coordinan-acciones-para-mejorar-produccion-de-cafe-en-manabi/> (accessed 10.26.19).
29. Mayorga, A., Orrala, N., León, Á., COFENAC, 2017. Comportamiento productivo de clones de café robusta (*Coffea Canephora* p) en Manglaralto, Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología*.
30. Miranda Urrutia, 2018. Estudio de Absorción de cromo III de aguas residuales de curtiembres con la utilización de compost.

31. Oliveira, L.N.L. de, Rocha, R.B., Ferreira, F.M., Spinelli, V.M., Ramalho, A.R., Teixeira, A.L., Oliveira, L.N.L. de, Rocha, R.B., Ferreira, F.M., Spinelli, V.M., Ramalho, A.R., Teixeira, A.L., 2018. Selection of *Coffea canephora* parents from the botanical varieties Conilon and Robusta for the production of intervarietal hybrids. *Ciênc. Rural* 48. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170444>
32. Ponce Vaca, L.A., Orellana Suarez, K.D., Acuña Velásquez, I.R., Alfonso Alemán, J.L., Fuentes Figueroa, T., 2018. Situación de la caficultura ecuatoriana: perspectivas. *Rev. Estud. Desarro. Soc. Cuba América Lat.* 6, 307–325.
33. Ristow, N.C., Antunes, L.E.C., Carpenedo, S., Schuch, M.W., 2011. Diferentes substratos na produção de mudas de mirtilheiro. *Cienc. Rural* 41, 1154–1159.
34. Romero, V., 2014. EFECTO DE SUSTRATOS ORGÁNICOS EN LA PROPAGACIÓN CLONAL DE CAFÉ ROBUSTA EN LAGO AGRIO-SUCUMBÍOS”.
35. SAGARPA, 2017. Panorama Internacional Café.
36. SAGARPA, INIFAP, 2013. PAQUETE TECNOLÓGICO PARA EL CULTIVO DE CAFÉ SIERRA HUASTECA POTOSINA. DIRECCION DE COORDINACION Y VINCULACION ESTATAL EN SAN LUIS POTOSI.
37. Salvatierra, P., Pilar, R.D., 2017. ESTABLECIMIENTO DE NUEVAS PLANTACIONES DE CAFÉ Y LA PERSPECTIVA DE DESARROLLO ECONÓMICO EN LA PARROQUIA LA UNIÓN.
38. Vera, P., Duicela, L., Peña, W., Vega, F., 2015. Encallado de esquejes de café robusta en cinco tipos de sustratos en Orellana [WWW Document]. Engormix. URL <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/encallado-esquejes-cafe-robusta-t32871.htm> (accessed 11.7.19).
39. Villahermosa, 2016. Efecto de sustratos orgánicos en el crecimiento de seis variedades de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.).
40. Vinuesa, V., César, J., 2010. Evaluación de la eficacia del bioplus, hormonagro y enraizador universal en la propagación asexual de *Hypericum* (*Hypericum* ssp.).

41. Yangua, O., Orlando, E., 2015. Propagación vegetativa aplicando hormonas de crecimiento en ramillas de café (*Coffea arábica*) en las cuatro fases lunares en el cantón Puerto Quito.

ANEXOS

Figura 1A. Construcción del cobertizo para la propagación de café robusta



Figura 2A. Recolección de sustrato para el ensayo



Figura 3A. Desinfección de sustratos para el ensayo



Figura 4A. Llenado de fundas con sus respectivos sustratos.



Figura 5A. Colocación de fundas en la cámara de enraizamiento por tratamiento.



Figura 6A. Corte de esquejes de café robusta para la propagación.



Figura 7A. Toma de datos en el Laboratorio de suelo UPSE.



Figura 8A. Esquejes con enraizamiento y callosidad



Figura 9A. Análisis de varianza porcentaje de sobrevivencia.

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Sobrevivencia	16	0,34	0,17	0,92	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	3	3,9E-03	2,02	0,1653
Tratamientos	0,01	3	3,9E-03	2,02	0,1653
Error	0,02	12	1,9E-03		
Total	0,04	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09270
 Error: 0,0019 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
2	4,80	4	0,02	A
1	4,80	4	0,02	A
3	4,83	4	0,02	A
4	4,86	4	0,02	A

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

Figura 10A. Análisis de varianza porcentaje de mortalidad.

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Mortalidad	16	0,33	0,16	2,03	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,05	3	0,02	1,96	0,1737
Tratamientos	0,05	3	0,02	1,96	0,1737
Error	0,10	12	0,01		
Total	0,15	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,19212
 Error: 0,0084 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
4	4,43	4	0,05	A
3	4,51	4	0,05	A
2	4,57	4	0,05	A
1	4,57	4	0,05	A

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

Figura 11A. Análisis de varianza porcentaje de enraizamiento.

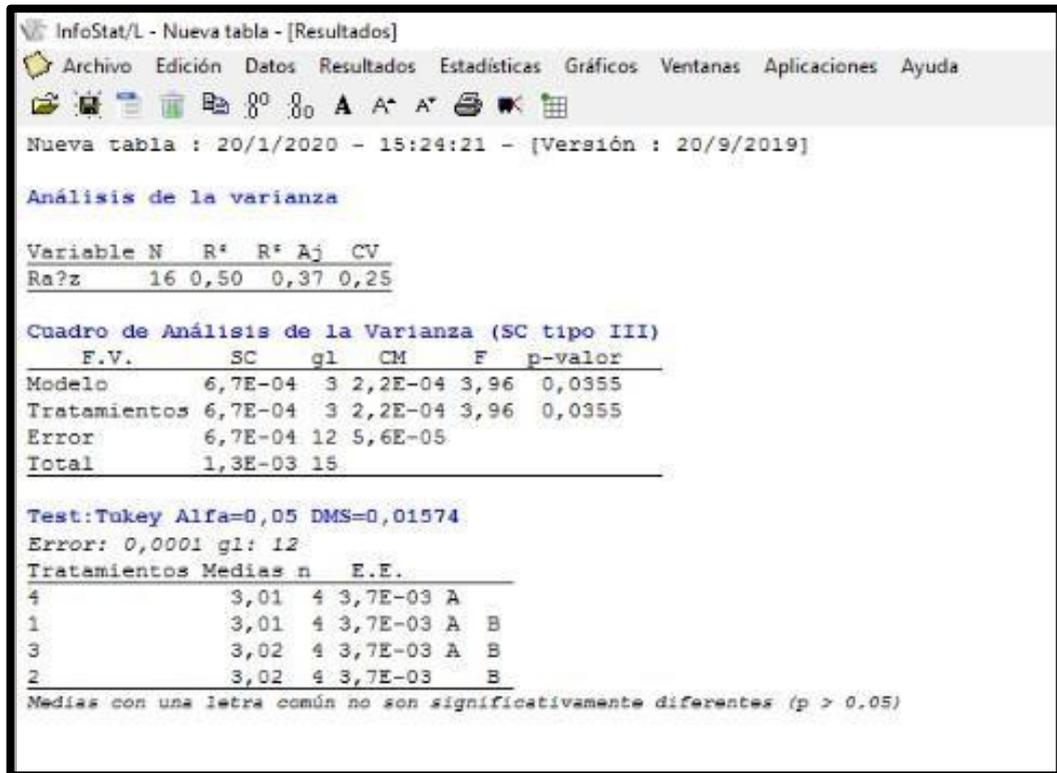


Figura 12A. Análisis de varianza porcentaje de callosidad.

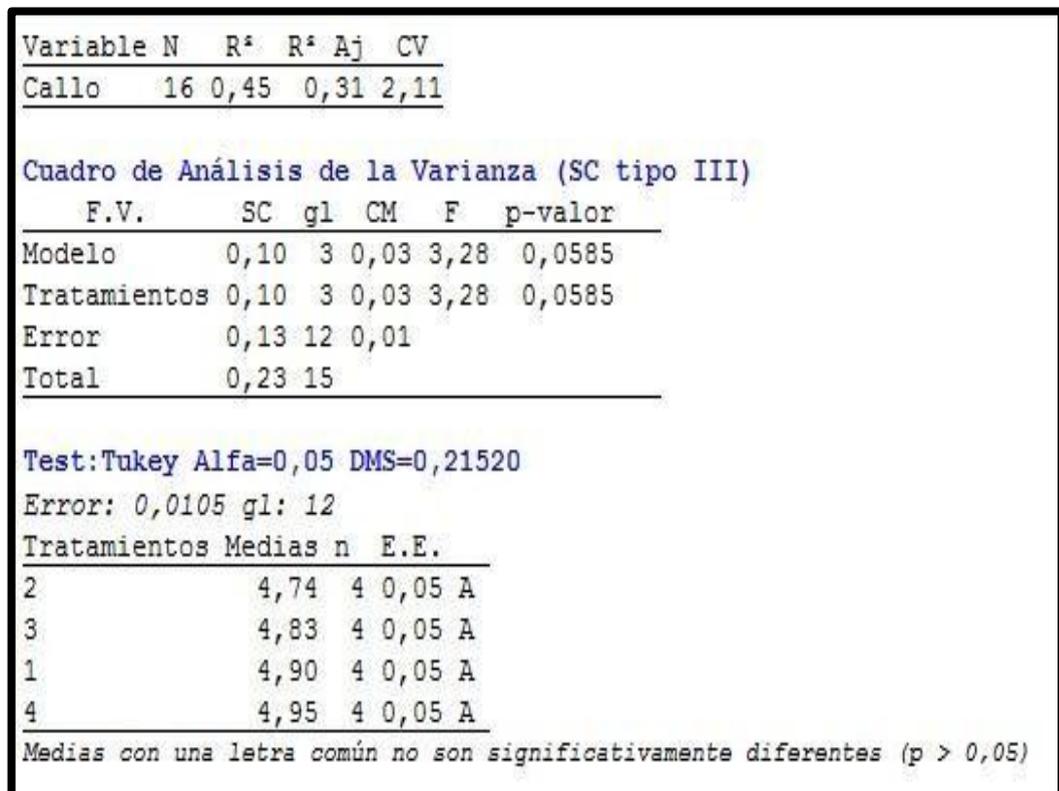


Figura 13A. Análisis de varianza porcentaje de longitud de raíz.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud (cm)	16	0,15	0,00	66,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20,74	3	6,91	0,73	0,5551
Tratamientos	20,74	3	6,91	0,73	0,5551
Error	114,07	12	9,51		
Total	134,81	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,47254
 Error: 9,5058 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
1	3,05	4	1,54 A
4	4,32	4	1,54 A
2	5,00	4	1,54 A
3	6,19	4	1,54 A

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

Figura 14A. Análisis de varianza porcentaje de diámetro de raíz

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro (cm)	16	0,27	0,09	56,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,53	3	1,84	1,46	0,2735
Tratamientos	5,53	3	1,84	1,46	0,2735
Error	15,11	12	1,26		
Total	20,65	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,35588
 Error: 1,2593 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
4	1,22	4	0,56 A
1	1,78	4	0,56 A
3	2,18	4	0,56 A
2	2,83	4	0,56 A

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

Figura 15A. Análisis de varianza porcentaje presencia de un brote.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1 Brote	16	0,13	0,00	5,14

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,10	3	0,03	0,58	0,6403
Tratamientos	0,10	3	0,03	0,58	0,6403
Error	0,68	12	0,06		
Total	0,78	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,49923
 Error: 0,0566 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
1	4,53	4	0,12 A
2	4,57	4	0,12 A
3	4,68	4	0,12 A
4	4,72	4	0,12 A

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

Figura 16A. Análisis de varianza porcentaje presencia de dos brotes.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2 Brotes	16	0,11	0,00	0,31

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,3E-04	3	4,2E-05	0,48	0,7047
Tratamientos	1,3E-04	3	4,2E-05	0,48	0,7047
Error	1,1E-03	12	8,7E-05		
Total	1,2E-03	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01964
 Error: 0,0001 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
3	3,02	4	4,7E-03 A
4	3,02	4	4,7E-03 A
1	3,03	4	4,7E-03 A
2	3,03	4	4,7E-03 A

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

Figura 17A. Análisis de varianza porcentaje longitud de brote

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Longitud de Brote	16	0,16	0,00	26,26	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,48	3	0,49	0,74	0,5503
Tratamientos	1,48	3	0,49	0,74	0,5503
Error	8,04	12	0,67		
Total	9,52	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,71839
 Error: 0,6700 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
4	2,84	4	0,41	A
2	2,95	4	0,41	A
1	3,05	4	0,41	A
3	3,63	4	0,41	A

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

Figura 18A. Análisis de varianza porcentaje peso fresco de raíz.

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Peso Fresco	16	0,86	0,82	28,05	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,24	3	0,08	24,46	<0,0001
Tratamientos	0,24	3	0,08	24,46	<0,0001
Error	0,04	12	3,2E-03		
Total	0,28	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,11930
 Error: 0,0032 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
1	0,09	4	0,03	A
3	0,12	4	0,03	A
2	0,20	4	0,03	A
4	0,40	4	0,03	B

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

Figura 19A. Análisis de varianza porcentaje peso seco de raíz.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso seco	16	0,61	0,52	34,97

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,3E-03	3	4,3E-04	6,35	0,0080
Tratamientos	1,3E-03	3	4,3E-04	6,35	0,0080
Error	8,1E-04	12	6,7E-05		
Total	2,1E-03	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01721
 Error: 0,0001 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
1	0,01	4	4,1E-03 A
3	0,02	4	4,1E-03 A B
2	0,03	4	4,1E-03 B
4	0,03	4	4,1E-03 B

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

Figura 20A. Análisis de varianza porcentaje cantidad de agua.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%H ₂ O	16	0,75	0,69	2,32

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	147,20	3	49,07	12,00	0,0006
Tratamientos	147,20	3	49,07	12,00	0,0006
Error	49,07	12	4,09		
Total	196,28	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,24540
 Error: 4,0896 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
3	83,09	4	1,01 A
2	85,78	4	1,01 A B
1	87,95	4	1,01 B C
4	91,38	4	1,01 C

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

Formato 1A. Informe de análisis de agua del lugar del experimento realizado en el Litoral Sur



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



Servicio de Acreditación Ecuatoriano
 Acreditación N° OAE LE C 11-007
 LABORATORIO DE ENSAYOS

DATOS DEL PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD			DATOS DE LA MUESTRA		
Nombre	ANTONIO L. VERDESOTO CARVACHE	Nombre	PROYECTO	Informe No.	02019	Factura No.	06502	
Dirección	4 DE NOVIEMBRE Y ABEL CASTILLO	Provincia	SANTA ELENA	Responsable Muestreo	CLIENTE	Fecha Análisis	21/06/2019	
Ciudad	GUAYAS - GUAYAQUIL	Cantón	SANTA ELENA	Fecha muestreo	14/06/2019	Fecha Emisión	28/06/2019	
Teléfono	3871061	Parroquia	MANGLARALTO	Fecha Ingreso	14/06/2019	Fecha Impresión	01/07/2019	
Fax	N/E	Ubicación	MANGLARALTO	Condiciones Ambientales	T °C : 22.6	%H :	48.5	

N° Laborat.	Identificación del Lote	uS/cm CE	mg/L				meq/L				pH	RAS	PSI	%Na	Clase
			Ca	Na	Mg	K	* CO ₃	* HCO ₃	* SO ₄	* Cl					
2425	MUESTRA 1	1690.0	172.7	141.2	32.8	10.4	ND	3.84	3.52	10.34	7.9	3	2	35.11	C3 S1

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION	
AGUAS SALINAS	AGUAS SODICAS
C1 - Aguas de salinidad baja	S1 - Aguas de santidad bajo de sodio
C2 - Aguas de salinidad moderada	S2 - Aguas moderadas en sodio
C3 - Aguas de salinidad mediana a alta	S3 - Aguas de santidad alto de sodio
C4 - Aguas de salinidad alta	S4 - Aguas de santidad muy alto de sodio
C5 - Aguas de salinidad muy alta	
C6 - Aguas de salinidad extremas	

Determinación Metodológica

pH, CE - Electrométrica

K, Ca, Na, Mg - Absorción Atómica

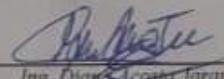
<LC = Menor al Límite de Cuantificación

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 SAE

Las opiniones, interpretaciones, etc. que se indiquen a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al SAE

Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad



Ing. Diana Acosta Jaramillo
 Responsable Técnico Laboratorio

Página 1 de 1

Formato 2A Informe de análisis de suelo de los diferentes sustratos realizado en INIAP PICHILINGUE.



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Campos Cuenca Carolina	Nombre	: Sin Nombre	Cultivo Actual	:
Dirección	: carolina_campos_13@hotmail.com	Provincia	: Península de Sta. Elena	Nº Reporte	: 6143
Ciudad	: La Libertad	Cantón	: La Libertad	Fecha de Muestreo	: 10/09/2019
Teléfono	:	Parroquia	:	Fecha de Ingreso	: 10/09/2019
Fax	:	Ubicación	:	Fecha de Salida	: 30/09/2019

Nº Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
96682	Muestra 1		7,5 PN	16 B	35 A	0,74 A	15 A	3,5 A	26 A	3,1 M	4,6 A	93 A	16,2 A	0,91 M
96683	Muestra 2		7,3 PN	18 B	105 A	1,88 A	15 A	8,4 A	88 A	11,2 A	1,6 M	177 A	34,6 A	1,07 A
96684	Muestra 3		7,9 LAI	24 M	99 A	2,25 A	17 A	5,5 A	35 A	4,7 M	4,7 A	120 A	17,1 A	1,05 A

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarían reclamos en los resultados

INTERPRETACION				ELEMENTOS: de Na a B		METODOLOGIA USADA	EXTRACTANTES
pH						pH	Olsen Modificado
MAe = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo		N,P,B	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media, Alcalino		M = Medio		S	Fosfato de Calcio Monobásico
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		A = Alto		K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	B,S

x. w. [Signature]
RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS



+ [Signature]
RESPONSABLE LABORATORIO