



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**

**EFFECTOS DE DIFERENTES TIPOS DE SUSTRATOS
EN EL COMPORTAMIENTO AGRÓNOMICO DE
PLÁNTULAS DE Balsa (*Ochroma pyramidale*) EN
VIVEROS PAJÁN –MANABÍ
TRABAJO EXPERIMENTAL**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de
INGENIERA AGRÓNOMA

**AUTORA
CACAO ALVARADO EVELING STEFANIA**

**TUTORA
ING. TANY BURGOS HERRERIA M.Sc.**

GUAYAQUIL – ECUADOR

2021



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Ing. Tany Burgos Herrería**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EFFECTOS DE DIFERENTES TIPOS DE SUSTRATOS EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE PLÁNTULAS DE Balsa (*Ochroma pyramidale*) EN VIVEROS PAJÁN –MANABÍ**, realizado por la estudiante **CACAO ALVARADO EVELING STEFANIA** con cédula de identidad N° **095638517-3** de la carrera de **INGENIERÍA AGRONÓMICA**, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Tany Burgos Herrería, M.Sc.
TUTORA

Guayaquil, 19 de noviembre del 2021



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **EFFECTOS DE DIFERENTES TIPOS DE SUSTRATOS EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE PLÁNTULAS DE Balsa (*Ochroma pyramidale*) EN VIVEROS PAJÁN –MANABÍ**, realizado por la estudiante **CACAO ALVARADO EVELING STEFANIA** el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

**Ing. Winston Espinoza Morán M.Sc.
PRESIDENTE**

**Ing. Arnaldo Barreto Macías M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**Ing. Danilo Valdez Rivera M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**Ing. Tany Burgos Herrería M.Sc.
EXAMINADOR SUPLENTE**

Guayaquil, 19 de noviembre del 2021

Dedicatoria

Este presente proyecto está dedicado a Dios por permitir cada uno de los pasos que doy a mi madre Lillian Aracely Alvarado Vargas, a mi padre Justo Santana Cacao Abad que fueron pilar fundamental a lo largo de este trayecto, a mis tíos Javier Barzola y María Alvarado que fueron parte de esta lucha constante a mis 3 hermanas que fueron mi inspiración para así lograr una de mis más anheladas metas.

Así mismo, dedico a mis maestros quienes aportaron sus conocimientos y lucha diaria y darnos esa seguridad que sí, se puede demostrar nuestro profesionalismo con mucha dedicación y perseverancia.

Agradecimiento

A Dios por ser luz que le da vida a mis días, a autoridades y personas que conforman la Universidad Agraria del Ecuador, por permitir culminar mis estudios; a los docentes de la facultad de Ciencias Agrarias, quienes día a día impartían sus clases con la finalidad de contribuir con nuestra educación.

A los docentes que día a día fomentaron motivación convirtiéndose pilares fundamentales en nuestra vida, para así convertirnos en formadores de bien ante la sociedad. Agradezco también a mi tutora Ing. Tany Burgos Herrería M.Sc. quien, con sus conocimientos, experiencia profesional, paciencia y estímulo ha logrado que pueda finalizar mi estudio experimental con éxito.

Al Gad Parroquial Guale dirigido por el Ing. Walter Cabrera Cruz, a mis compañeros y amigos David Merchán, María Ávila, Alexander Noboa, Carlitos Veintimilla, Héctor franco con quienes compartimos muchas experiencias a lo largo de esta trayectoria mis más gratos y sinceros agradecimientos.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, **CACAO ALVARADO EVELING STEFANIA**, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre **EFFECTOS DE DIFERENTES TIPOS DE SUSTRATOS EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE PLÁNTULAS DE Balsa (*Ochroma pyramidale*) EN VIVEROS PAJÁN – MANABÍ**, para optar el título de **INGENIERA AGRÓNOMA**, por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 19 de noviembre del 2021

CACAO ALVARADO EVELING STEFANIA
C.I. 095638517-3

Índice general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	6
Índice general	7
Índice de tabla	11
Índice de figura.....	12
Resumen	15
Abstract.....	16
1. Introducción	17
1.1 Antecedente del problema	17
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	18
1.2.1 Planteamiento del problema.....	18
1.2.2 Formulación del problema.....	18
1.3 Justificación de la investigación	18
1.4 Delimitación de la investigación.....	19
1.5 Objetivo general.....	19
1.6 Objetivos específicos	19
1.7 Hipótesis.....	19
2. Marco teórico.....	20
2.1 Estado del arte	20
2.2 Bases teóricas.....	22

2.2.1	Importancia del cultivo de balsa	22
2.2.2	Taxonomía del cultivo	23
2.2.3	Descripción botánica	23
2.2.4	Requerimientos edafoclimáticos	24
2.2.5	Sustrato	24
2.2.6	Descripción de sustrato	24
2.2.6.1.	Características de los sustratos	25
2.2.6.2.	Propiedades del sustrato	25
2.2.6.3.	Clasificación de los sustratos	26
2.2.6.4.	Funciones de los sustratos	26
2.2.7	Descripción de los sustratos a evaluarse	27
2.2.7.1.	Cascarilla de arroz	27
2.2.8	Composta	28
2.2.9	Suelo agrícola	28
2.2.10	Cascarilla de café	28
2.2.11	Bocashi	28
2.2.12	Fibra de coco	29
2.3	Marco legal	29
3.	Materiales y métodos	31
3.1	Enfoque de la investigación	31
3.1.1	Tipos de investigación	31
3.1.1.1.	Investigación explorativa	31
3.1.1.2.	Investigación descriptiva	31
3.1.1.3.	Investigación experimental	31
3.1.1.4.	Investigación en campo	31

3.1.2	Diseño de investigación	32
3.2	Metodología.....	32
3.2.1	Variables	32
3.2.1.1.	Variable independiente	32
3.2.1.2.	Variable dependiente	32
3.2.2	Tratamientos.....	34
3.2.3	Diseño experimental	34
3.2.3.1.	Delimitación experimental.....	35
3.2.4	Recolección de datos.....	35
3.2.4.1.	Recursos técnicos	35
3.2.4.2.	Métodos y técnicas	37
3.2.4.3.	Esquema del análisis de varianza	41
3.2.4.4.	Hipótesis estadísticas.....	41
4.	Resultados.....	42
4.1	Realización de pruebas edafológicas y microbiológicas que permitan la identificación del potencial del sustrato.....	42
4.1.1	Características Iniciales de los sustratos	42
4.1.2	Características físicas del sustrato	43
4.1.3	Características químicas del sustrato	44
4.1.4	Características microbiológicas del sustrato	45
4.2	Indicación del tratamiento más efectivo de los tipos de sustratos sobre el desarrollo de las plántulas de balsa (<i>Ochroma pyramidale</i>) y estabilidad en la fase inicial de vivero.....	46
4.2.1	Longitud de plántulas (cm).....	46
4.2.2	Diámetro de las plántulas (cm) 45 y 60 días	47

4.2.3	Altura de inserción de la planta (cm).....	49
4.2.4	Número de hojas (n) 15 y 30 días.....	50
4.2.5	Longitud del sistema radicular.....	50
4.2.6	Volumen del sistema radicular a los 40 y 60 días.....	52
4.3	Valorización del mejor tratamiento a través de un análisis de factibilidad	53
4.3.1	Análisis de factibilidad.....	53
5.	Discusión	55
6.	Conclusiones.....	58
7.	Recomendaciones	59
8.	Bibliografía	60
9.	Anexo	67

Índice de tabla

Tabla 1. Valores de humedad de la cascarilla de arroz	27
Tabla 2. Tratamiento de estudio.....	34
Tabla 3. Característica de la parcela experimental	35
Tabla 4. Recursos económicos	37
Tabla 5. Esquema de análisis de varianza (ANDEVA).....	41
Tabla 6. Análisis iniciales de los tratamientos.....	42
Tabla 7. Características físicas del sustrato.....	44
Tabla 8. Características químicas del sustrato.....	45
Tabla 9. Características microbiológicas del sustrato	46
Tabla 10. Longitud de plántulas (cm).....	47
Tabla 11. Altura de inserción de la planta (cm).....	49
Tabla 12. Número de hojas a los 15 y 30 días	50
Tabla 13. Longitud del sistema radicular.....	51
Tabla 15. Volumen del sistema radicular 40 y 60 días.....	53
Tabla 16. Análisis de factibilidad	54

Índice de figura

Figura 1 . A B, C sustratos (suelo agrícola + compost+ cascarilla de arroz)...	67
Figura 2. A, B, C Suelo agrícola + bocashi + cascarilla de café.....	67
Figura 3. A, B, C Suelo agrícola + bocashi + arena	68
Figura 4. A, B, C Fibra de coco + suelo agrícola + arena	68
Figura 5. Referencia satelital del lugar del ensayo.....	69
Figura 6. Croquis del diseño experimental.....	69
Figura 7. Análisis iniciales #1	70
Figura 8. Análisis inicial del tratamiento #2	70
Figura 9. Análisis inicial del tratamiento #3	71
Figura 10. Análisis Inicial del tratamiento # 4	71
Figura 11. Análisis inicial del tratamiento #5	72
Figura 12. Densidad aparente.....	72
Figura 13. Densidad real	73
Figura 14. Porosidad.....	73
Figura 15. pH	73
Figura 16. Nitrógeno	74
Figura 17. Fosforo.....	74
Figura 18. Potasio	74
Figura 19. Longitud de plántulas	75
Figura 20. Diámetro de plantas a los 45 días.....	75
Figura 21. Diámetro de planta a los 60 días	75
Figura 22. Altura de inserción de planta.....	76
Figura 23. Numero de hojas.....	76
Figura 24. Numero de hojas a los 30 días	76

Figura 25. Longitud del sistema radicular	77
Figura 26. Volumen radicular 40 días	77
Figura 27. Volumen radicular 60 días	77
Figura 28. Proceso de germinación.	78
Figura 29. Proceso de germinación.	78
Figura 30. Limpieza de vivero	78
Figura 31. Mezcla del sustrato	78
Figura 32. Llenado de fundas.....	78
Figura 33. Tratamientos.	78
Figura 34. Antes de ser trasplantada.	78
Figura 35. Aplicación fertilizante.	78
Figura 36. Trasplante de balsa.....	78
Figura 37. diferentes bloques.....	78
Figura 38. Riego.....	78
Figura 39. Tratamientos	78
Figura 40. Volumen de raíz inicial	78
Figura 41. Volumen de raíz.....	78
Figura 42. Medición de volumen de Raíz.....	78
Figura 43. Toma de variables, números de hojas.	78
Figura 44. Densidad real y densidad aparente.....	78
Figura 45. Visita del director de tesis	78
Figura 46. visita del tutor.....	78
Figura 47. Análisis de sustratos después del tiempo requerido	78
Figura 48. Análisis de sustratos # 2 después del tiempo requerido	78
Figura 49. Análisis de sustrato previo a finalización T# 3	78

Figura 50. Análisis de sustrato previo a finalización T# 4	78
Figura 51. Análisis de sustrato previo a finalización T# 5	78

Resumen

La investigación experimental se llevó a cabo en el en el cantón Paján en la localidad “La Comuna” la cual consistió evaluar los comportamientos de diferentes sustratos en plántulas de balsas en condiciones de vivero, para este trabajo se implementó un diseño completamente al azar (DBCA), comprendió de 5 tratamientos y 4 repeticiones los factores que se llevaron a cabo fueron cinco sustratos orgánicos (suelo agrícola 50% + Compost 25% + cascarilla de arroz 25%), (suelo agrícola 50%+bocashi 25% +cascarilla de arroz 25%), (suelo agrícola 50% + bocashi 25% + arena 25%), (fibra de coco 25% +suelo agrícola 50%+ arena 25%) y un testigo convencional, se utilizó 50% hojarascas, 25% tierra de barranco y 25% de estiércol. Las variables utilizadas fueron características físicas, químicas, microbiológicas, longitud de plántulas (cm), diámetro de las plántulas (cm), altura de Inserción de la planta (cm), número de hojas (n), longitud del sistema radicular. Para lo cual, se aplicó la prueba de Tukey con una significancia del 5%. Entre los resultados obtenidos se comprobó que el tratamiento T4 (fibra de coco 25% +suelo agrícola 50%+ arena 25%) alcanzó promedios mayores en cuanto a la longitud con 3.96 cm y diámetro con 0.79cm, al igual que la altura de inserción 9.16 cm. siendo el T5 (Suelo agrícola) quien obtuvo menores promedios. En este trabajo se estableciendo diferencias significativas entre los tratamientos.

Palabras claves: Balsa, factibilidad, productividad, sustratos, vivero

Abstract

The experimental research was carried out in the Paján canton in the locality "La Comuna" which consisted of evaluating the behaviors of different substrates in raft seedlings under nursery conditions, for this work a completely random design was implemented (DBCA), comprised of 5 treatments and 4 repetitions, the factors that were carried out were five organic substrates (agricultural soil 50% + compost 25% + rice husk 25%), (agricultural soil 50% + bocashi 25% + Rice husk 25%), (agricultural soil 50% + bocashi 25% + sand 25%), (coconut fiber 25% + agricultural soil 50% + sand 25%) and a conventional control, (50% litter, 25% soil from ravine and 25% manure). The used variables were physical, chemical, microbiological characteristics, length of seedlings (cm), diameter of seedlings (cm), height of plant insertion (cm), number of leaves (n), length of the root system ,for which the Tukey test was applied with a significance of 5%. Among the obtained results, it was found that the treatment T4 coconut fiber 25% + agricultural soil 50% + sand 25% reached higher averages in terms of length with 3.96 cm and diameter with 0.79 cm, as well as insertion height 9.16 cm. being the T5 (agricultural soil) who obtained lower averages. In this work, significant differences were established between the treatments.

Keywords: Pond, feasibility, productivity, substrates, nursery

1. Introducción

1.1 Antecedente del problema

A nivel mundial la balsa (*Ochroma pyramidale*) es una de las maderas de gran importancia, económica y medioambientalista, El principal productor es Ecuador, Mera, Ibarra, Menéndez y Menéndez (2020) Afirma que las exportaciones del producto maderero se predestinan a Brasil, Japón, Alemania, Dinamarca, Estados Unidos, China entre otros Países. Ecuador obtuvo una participación del 75.98%, en total de las exportaciones. Considerándolo un producto representativo que crea fuentes económicas dentro de la agroindustria.

El Ecuador tiene características ambientales de altitud y clima, que han permitido el desarrollo de balsa, en Julio 2018 a abril 2019 se estimó que la superficie plantada fue de 1944.94 Has ubicadas en las provincias de: Los Ríos, Cotopaxi, Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas, Esmeraldas, Guayas y en la región Amazónica (Añazco, Morales , Palacios , Vega , Cuesta, 2010) A la actualidad, en el litoral Ecuatoriano es uno de los cultivos maderero de mayor importancia socioeconómica por lo que la balsa es una especie requerida por sus características de rápido crecimiento (Del Pino, 2019).

La problemática es la causa del desconocimiento y la escasez de información sobre los beneficios que aportan los sustratos en los cultivos tanto en etapa inicial o desarrollo.

En la actualidad los agricultores optan nuevas estrategias como el uso de sustratos que no son tan habitual en el agro. Villafuerte y Miranda (2016). En su tesis dice que Al desarrollar esta estrategia mejorará la efectividad del proceso de germinación y sobrevivencia de plántulas de la especie por ello, se realizará el

presente trabajo de investigación sobre la utilización de sustratos en especie forestal de balsa (*Ochroma pyramidale*) en la zona de la costa ecuatoriana.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

En el recinto la comuna la falta de conocimiento por parte de los agricultores de la zona, al no utilizar de manera adecuada los sustratos orgánicos que se tienen a disposición, impulsa a que los productores den prioridad al uso de recursos químicos siendo estos contaminantes a largo plazo.

La implementación de los sustratos de manera adecuada es fuente desarrollo y obtención de plántulas con muy buenas características, siendo este una buena alternativa para que los agricultores obtengan buenos resultados.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál será el efecto de los diferentes tipos de sustratos sobre el desarrollo, en el cultivo de balsa (*Ochroma pyramidale*) en vivero en el cantón Pajan de la provincia de Manabí?

1.3 Justificación de la investigación

Es de gran importancia buscar un plan de aplicación de sustratos y métodos que eleve el desarrollo de plántulas de balsa, generando mejores condiciones económicas a los agricultores dejando a un lado la utilización de productos químicos.

El uso de sustratos orgánicos, permitirá reducir pérdidas del cultivo, ya que, estos sustratos aportarán buenos beneficios más que todo en la etapa inicial como lo es en el desarrollo, además es fácil de obtenerlo en el medio siendo estos de bajo costo, permitiendo el cuidado al medio ambiente incrementando una opción favorable para los pequeños y grandes productores.

1.4 Delimitación de la investigación

La investigación se realizó el recinto “La Comuna” del cantón Paján provincia de Manabí.

- **Espacio:** el estudio de la investigación experimental, se realizó en la provincia de Manabí, en el cantón Paján en la localidad “La Comuna” con coordenadas UTM 564375,2428 E; 98279696,3833 N.
- **Tiempo:** Para el proceso del trabajo experimental se tomó un tiempo de seis meses aproximadamente comenzando desde el mes de mayo hasta octubre.
- **Población:** está a beneficio de la comunidad forestal que se encuentra dentro de la costa ecuatoriana ubicados en la provincia de Manabí.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de los diferentes sustratos en el comportamiento agronómico de plántulas de balsa (*Ochroma pyramidale*) en vivero en el cantón Paján provincia de Manabí.

1.6 Objetivos específicos

- Realizar pruebas edafológicas y microbiológicas que permitan conocer el potencial del sustrato.
- Demostrar el tratamiento más efectivo de los tipos de sustratos sobre el desarrollo de las plántulas de balsa (*Ochroma pyramidale*) y estabilidad en la fase inicial de vivero.
- Valorar el mejor tratamiento a través de un análisis de factibilidad

1.7 Hipótesis

Con uno de los tratamientos a la aplicación de sustratos aumentará el desarrollo en plántulas de balsa (*Ochroma pyramidale*) en vivero.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Evidentemente los sustratos aportan nutrientes que se relacionan más con el incremento en la germinación de plántulas de balsa, experiencias preliminares muestran que, para obtener mayor beneficio de esta especie, se pondrá en práctica la evaluación de tipos de sustratos, teniendo como objetivo principal la adaptabilidad en el medio, siendo estas tolerantes a condiciones agroclimáticas resistentes a plagas y enfermedades y al incremento de germinación del cultivo (Morante, 2017).

Mediante los resultados obtenidos del análisis de suelo ejecutado en diferentes sustratos utilizados en la implementación de este ensayo indica que el sustrato contaminado es franco arcillo arenoso, teniendo en consideración que el sustrato biorremediado es franco arcillo limoso, mientras que el sustrato no contaminado es arcilloso. Un pH de 6,31 correspondiente a ligeramente ácido, el sustrato biorremediado con un valor de 6,67 correspondiente a neutro y el sustrato no contaminado con un valor de 5,5 correspondiente a fuertemente ácido (Ureña, 2011 p. 27).

Dado que su porcentaje mayor de germinación se obtuvo al sembrar la semilla en el tratamiento 9 (bokashi 30% y de igual manera teniendo en cuenta que la tierra de lombriz y un 20 % tierra negra, y 10% aserrín de balsa y 10% tamo de arroz quemado) un 100% de efectividad en la germinación, en lo estadístico con los tratamientos 8, 4 y 1 (40% de humus de lombriz + 20% de tierra negra + 20% de tamo de arroz quemado+20% de aserrín de balsa, 40% de bokashi + 20% de aserrín de balsa 34 + 20% de tierra negra + 20% tamo de arroz quemado y 60% de bokashi + 40% de tierra negra) teniendo porcentajes de germinación de 98.6, 98.6 y 97.2%, en su orden, con previa revisión estadísticamente son superiores a los demás tratamientos que dieron como resultados promedios entre 93.1 y 97.2 % de germinación (Quilumba, 2016 p. 33-34).

Defaz (2017) dice que en su estudio se puede tomar como base el método de balance para determinar la tasa volumétrica de plántulas germinadas, las plántulas deberán ser igualadas para verificar el aporte que tiene el sustrato hacia las plántulas es fundamental utilizar coeficientes de rendimientos con respecto a los sustratos.

Estudios realizados en viveros forestales en la finca La Represa en la provincia de Los Ríos indican que al implementar estos sustratos la balsa presentará características relevantes, puesto que, los agricultores al poner en práctica esta labor lograran un buen resultado, es por ello, que la especie forestal ha ido expandiéndose de un lugar a otro hasta llegar a varios lugares fuera y dentro del país, teniendo efectos positivos en promedios de germinación (Jiménez, et al., 2017).

Una vez analizados los datos, se identificaron las diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos estudiados ($F=135,65$; $P=0,0001$) dando como resultado que el mayor diámetro de plantas se obtuvo en los tratamientos 3 (S1D1D3) y 9 (S1D2D3) con 4.12 mm y 4.25 mm, manteniendo características diferentes a los demás tratamientos. Donde el menor diámetro de plantas se detectó en los tratamientos 13 (S2D2M1) y 16 (S2D3M1) con 5.87 mm y 7.66 mm, (Murillo, 2019 p. 32-33).

Según las investigaciones realizadas por Gonzales, Sánchez, Torres, Simba y Reyes, (2017) los resultados demuestran que la utilización del sustratos (Tabla 2) que más influyó en el porcentaje germinativo con mayor incidencia fue (el lijado de semillas hasta que pierdan su brillo natural) el tratamiento suelo agrícola + compost + cascarilla de arroz obtuvieron mayor número de hojas y grosor siendo este el más recomendado donde el 46.50% de los productores hacen sus propios viveros utilizando estos sustratos, cabe destacar que los productores realizan labores desde la germinación hasta el establecimiento y mantenimiento de sus cultivos no obstante el 94.00% no reciben asistencia técnica, lo cual en ellos no incide la calidad en las plantaciones.

En los tratamientos de turba, dentro de las evaluaciones del sistema radicular se determinó significancia de Tukey con el 5%, se registraron dos rangos de significación bien definidos. Las plántulas experimentaron mayor volumen radicular en el tratamiento T1A1 (turba 75% + ácidos húmicos 25%) teniendo un 2,10 cc, ubicándose en el primer lugar; en tanto que, la raíz de las plántulas de los tratamientos T2A2 (turba 50% + ácidos húmicos 50%) y T3A3 (turba 25% + ácidos húmicos 75%), se verificó menor volumen radicular, con un 1,40 cc y 0,80 cc, (Ilvay, 2012 p. 40-41).

Mediante las propiedades físicas de los sustratos evaluados mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos. El tratamiento 6 (15:85) mostró los valores más altos para las propiedades de porosidad total de 51.333 %, capacidad de retener agua con 50.160 %, y densidad de partícula con 1.745 mg m⁻³ con densidad aparente 0.846 mg m⁻³. Donde en esta última variable se muestran similitudes estadísticas con el tratamiento 1 (15:85), teniendo en cuenta que solo en porosidad de aireación se destacaron los tratamientos 1 (15:85) con 2.62 % y el 2 (30:70) con 2.65 % (Ramírez, 2018).

2.2 Bases teóricas

La especie forestal (*Ochroma pyramidale*) Balsa es considerado como cultivo resiliente ha tenido una larga trayectoria, varias literaturas manifiestan que se la ha denominado como árbol silvestre pionera de los bosques tropicales de Sudamérica principalmente Ecuador, ayuda a conservar el suelo, controlando la erosión y recuperación de terrenos degradados, posteriormente (Jácome , 2020).

2.2.1 Importancia del cultivo de balsa

La gran importancia de la especie forestal, expuesta por los pueblos nativos generalmente se basa en la economía. El país es considerado rico en recursos naturales, teniendo en cuenta que la mayor parte de madera se disipa en el mercado interno, teniendo una menor proporción que se distribuye a los mercados transfronterizo, es decir, son vendidas por los finqueros de manera legal. Puesto que el ingreso general en hogares rurales es el 19%, donde proporcionará dinero en efectivo para los gastos necesarios básicos de la familia (Mejia y Pacheco, 2013).

Manifiesta Carlozama y Salas, (2017) que la especie forestal balsa (*Ochroma pyramidale*) se la ha estimado, como una de las especies más

importantes para la obtención de madera de mejor calidad.

2.2.2 Taxonomía del cultivo

El cultivo de balsa es de vital importancia siendo este la principal fuente de ingresos económicos para hogares de las zonas productoras y exportadores comerciales, con el fin de cubrir demanda local teniendo en cuenta que es indispensable para solventar las necesidades en la cadena productiva Según Barona, (2013). Lo clasifica taxonomicamente al cultivo de balsa .

- **Reino:** Vegetal
- **Familia:** Bombacacea
- **Generó:** Ochroma
- **Especie:** pyramidale

2.2.3 Descripción botánica

Es una especie pionera de crecimiento ligero, tanto así que puede llegar a los 30 metros de altura en un solo año teniendo como nombre común balsa, las hojas son grandes, acorazonadas o cremas en forma de copa, tiene flores axilares grandes, blancas, sobre pedúnculos hasta veinte centímetros de largo, cáliz rojo, pétalos amarillo pálido con bordes rojizos. El fruto es capsula donde se alojan las semillas siendo estas pequeñas negras, puesto que se encuentran cubiertas de lana para facilitar su diseminación con el viento y así expandirse a lagar distancia cuenta con tronco recto y cilíndrico, los árboles maduros presentan raíces tubulares grandes teniendo Pocas ramas gruesas y una corteza externa gris y lisa (Araujo, 2019).

Osorio, Cervantes,Torres, Sánchez y Simba, (2010) Aseguran que la balsa cumpliendo sus dos a tres años empieza a fructificar. Los frutos son capsulas semileñosas y verdosas. La producción de frutos es de veinte a cuarenta y ocho

frutos y cada uno de los frutos contiene aproximadamente novecientos a mil semillas son alargadas pequeñas de dos puntos cinco a cuatro milímetros de largo por uno a uno punto cinco milímetros de ancho.

2.2.4 Requerimientos edafoclimáticos

Según Dávila (2011). Las balsas en los suelos aluviales dan un mejor crecimiento, por lo tanto, requiere una precipitación anual de 1,300 mm aproximadamente, con una temperatura máxima de 27°C y con una mínima de 22°C, los suelos para el cultivo de balsa deben ser arcillosos, margosos y limosos pocos profundos con una topografía plana, y un pH entre 5.5 a 5.6, teniendo radiación solar de 660 horas/sol/año.

2.2.5 Sustrato

2.2.6 Descripción de sustrato

El sustrato es el soporte para la vida de la planta, las funciones principales son brindarle soporte y nutrición en el proceso de crecimiento. Estos sustratos deben de cumplir con ciertas normativas debe ser material fino, poroso, liviano de tal manera nos permitirá un buen desarrollo agronómico. Teniendo en cuenta que un sustrato adecuado es aquel que eliminara y minimizara los efectos de los problemas en la producción de plántulas. Durante años se ha notado que la balsa es una especie que se estaciona como cultivo resiliente de áreas. Por ello, para tener mayor beneficio de esta especie, se utilizarán tipos de sustratos para obtener buena germinación plántulas balsas sanas y vigorosas (González, 2018).

Según las averiguaciones realizadas por Padilla, (2014). El sustrato funciona como un medio para el almacenamiento de agua, reservando nutrientes permitiendo el anclaje de la planta y manteniéndolas en una posición adecuada, este soporte es una función de la densidad y la rigidez del sustrato, esta estrategia

ha permitido que los agricultores de pequeñas y grandes escalas de producción de balsa alcancen su punto máximo en germinación y producción.

2.2.6.1. Características de los sustratos

Dentro de las principales características físicas del sustrato se debe tener en cuenta la densidad aparente y real, porosidad y aireación, retención de agua, permeabilidad la estabilidad estructural, aunque desde el punto de vista química las propiedades más relevantes, es el intercambio catiónico, pH, contenido de nutrimentos y relación carbono/ nitrógeno según (Cruz y Cruz , 2006).

Manifiesta López y Villavicencio (2019) que al seleccionar los sustratos de altos rendimientos, se tendrá resultados favorables, los sustratos generaran excelentes condiciones de adaptabilidad en la germinación de las balsas, puesto que, el sustrato debe de contar con propiedades físicas, químicas, biológicas, si el sustrato cumple su proceso y aporte a las plántulas de manera correcta la adaptabilidad y número de plántulas con vigorosidad será mayor, por ello, es necesario realizar estudios de adaptabilidad para seleccionar sustratos acorde a zonas específicas.

2.2.6.2. Propiedades del sustrato

Las propiedades físicas se consideran muy relevantes que las químicas .Para que dicho sustrato cumpla con los requisitos necesarios, debe de efectuar con el suministro de aire y agua, teniendo en cuenta que los sustratos orgánicos tiene que poseer porosidad mayor al ochenta y cinco por ciento y de la misma manera retención de agua, con una aireación entre el diez y treinta por ciento, siendo este un requisito elemental al utilizar materiales orgánicos, debido a que la biodegradabilidad causa daño a las propiedades del sustrato (Muñoz, Sánchez, Montejo, Herrera y Gamboa, 2012)

Las propiedades físicas tienen buena retención de humedad con una excelente porosidad, aireación suficiente y densidad baja con estructura estable, en cambio las propiedades químicas contiene una velocidad mínima al realizar la descomposición, la salinidad es baja o nula, con un pH estable con un excelente intercambio catiónico (Rizo, 2016) visiblemente las actividades bilógica en los sustratos es perjudicial, puesto que , los microorganismos compiten con la raíz por nutrientes y oxígeno (InfoAgro, 2017).

2.2.6.3. Clasificación de los sustratos

Según Rizo, (2013) los sustratos se clasifican por origen de materiales inerte y activo, siendo así que los sustratos orgánicos e inorgánicos son realizados con los materiales orgánicos origen natural estos están sujetos a la caracterización de biodescomposicion y los inorgánicos se obtienen de origen de rocas o minerales donde los sustratos naturales y artificiales basados de gravas, arenas entre otras.

2.2.6.4. Funciones de los sustratos

Hay funciones con las que debe de cumplir el sustrato para conservar un buen crecimiento de las plántulas.

- Proporcionar un soporte y anclaje para la planta
- Retener humedad y que estas sean beneficios para las plantas
- Ceder intercambios de gases entre las raíces y la atmosfera
- Utilizar como depósito de nutrientes (Alvarez, 2014).

Es de gran importancia que estos estén libres de nematodos, patógenos y sustancias citotóxicas., contando con disponibilidad y reproducción, tendrá Costo bajo al utilizarlos estos se Mezclan de manera fácil, contando con severidades a cambios físicos, ambientales y químicos.

2.2.7 Descripción de los sustratos a evaluarse

2.2.7.1. Cascarilla de arroz

Mejora las características físicas del suelo y de los abonos orgánicos, facilitando la absorción de humedad, aireación, y de la misma manera permite que se filtren los nutrientes incrementando la actividad macro y microbiológica de la tierra, permitiendo desarrollar de manera uniforme el sistema radicular de las plantas, puesto que, es una fuente rica en sílice dando resistencia contra microorganismos e insectos. No obstante, a largo plazo, este se convierte en fuente de humus, en la forma de cascarilla carbonizada aportante de fósforo y potasio corrigiendo la acidez del suelo, la cascarilla del arroz se puede utilizar bien como sustrato directamente o también realizando un proceso de descomposición (Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas , 2013)

Tabla 1. Valores de humedad de la cascarilla de arroz

Material	Retención % v/v
Cascarilla cruda	9.0
Cascarilla quemada	10-13
Cascara caolinizada	25-35

Características de la cascarilla de arroz
Calderón, 2002

Se pueden emplear diferentes procesos el tercio del volumen total de ingredientes de los abonos orgánicos, siendo este un controlador de humedad, mejorando varias propiedades como es la capacidad de intercambio catiónico

Composición química de la cascarilla de arroz. Su composición es (K₂O) 1,10%, (Na₂O) 0,78% (CaO) 0,25%, (MgO) 0,23%,(SO₄)1,13% y (SiO₂) 96,51% (Valverde, 2007).

2.2.8 Composta

Terry y Ramos (2014) Afirma que es un sustrato de costo bajo presentando sustentabilidad debido a que está formado por productos de desechos locales, al realizarse de manera correcta contendrá gran cantidad de microorganismo benéficos reduciendo el costo de fertilizantes, siendo una materia orgánica rica en nitrógeno y carbono. Contando con desventaja derivadas a la producción de composta produciendo peligro de contaminación potencial.

2.2.9 Suelo agrícola

El suelo agrícola hace referencia al tipo de suelo que está a disposición para todo tipo de cultivos y plantaciones siendo residuos descompuestos de animales y de las cosechas realizadas por el hombre provocando un gran aporte como es la fertilidad y vida del suelo, teniendo una gran reserva de nutrientes, mejorando la porosidad del suelo, aumentando la aireación y circulación de agua siendo este favorecedor en el desarrollo de la planta (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura[FAO], 2013).

2.2.10 Cascarilla de café

La cascarilla de café (Coffea) siendo un material que se constituye como fuentes de cenizas, lignina, sílice y celulosas, asimismo la cascarilla de café permite dar una excelente homogenización y aireación al prepararlo con baja retención de humedad. (Silvo, 2015) Teniendo en consideración las siguientes propiedades cuenta con una humedad de 13.1%, cenizas 3.7% volátiles 73.1%, carbono fijo 47.3%. Manals, Salas y Penedo , (2017).

2.2.11 Bocashi

El bocashi aporta de forma natural a las plantas los nutrientes necesarios. Ayudando a mejorar las propiedades químicas, físicas y microbiológica teniendo

buenos beneficios aportando nutrientes al suelo para la planta tarea fundamental cuando se trata del mantenimiento de los suelos, para sacar el máximo provecho en los campos (Ramos y Terry , 2014).

2.2.12 Fibra de coco

La fibra de coco es obtenida de plantas natural (*cocos nucifera*). Teniendo altos porcentajes de lignina, y bajos contenidos de celulosa, con conductividad bajas, resistencia a las bacterias, resistencia a la humedad, con porcentajes de 35% la cascara con fibra, 12%, el albumen o también llamado carne 28% y por ultimo con un 25% de agua debido a su consistencia este sustrato recepta más calor . Ayudando al de desarrollo de las raíces, en épocas de calor y fríos (Sandoval et al.,2013).

2.3 Marco legal

Constitución de la república del Ecuador 2008

Según el **Art.3.-** son deberes primordiales del estado: numeral 5. " Planificar el desarrollo nacional, erradicar la pobreza, promover el desarrollo sustentable y la redistribución equitativa de los recursos y la riqueza, para acceder al buen vivir " (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008 p. 1-83)

CAPITULO V

Protección y recuperación de la fertilidad de la tierra rural de producción

Art. 49.- Protección y recuperación. Por ser de interés público, el Estado impulsará la protección, la conservación y la recuperación de la tierra rural, de su capa fértil, en forma sustentable e integrada con los demás recursos naturales; desarrollará la planificación para el aprovechamiento de la capacidad de uso y su potencial productivo agrario, con la participación de la población local y ofreciendo su apoyo a las comunidades de la agricultura familiar campesina, a las organizaciones de la economía popular y solidaria y a las y los pequeños y medianos productores, con la implementación y el control de buenas prácticas agrícolas. (Asamblea Nacional de la Republica del Ecuador, 2016 p.14)

Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria

Art.400.- "De la constitución de la Republica reconoce el valor intrínseco de la agrobiodiversidad y por consiguiente, dispone que se debe precautelar su papel esencial en la soberanía alimentaria" (SIPI, 2012 p.22).

Art.10.- Institucionalidad de la investigación y la extensión. - La ley que regule el desarrollo agropecuario creará la institucionalidad necesaria encargada de la investigación científica, tecnológica y de extensión, sobre los sistemas

alimentarios, para orientar las decisiones y las políticas públicas y alcanzar los objetivos señalados en el artículo anterior; y establecerá la asignación presupuestaria progresiva anual para su financiamiento. (Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, 2014).

Código Orgánico de la producción

Art.57 “Democratización productiva en concordancia con lo establecido en la constitución, se entenderá por democratización productiva a las políticas, mecanismos e instrumentos que generen la desconcentración de factores y recursos productivos, y faciliten el acceso al financiamiento, capital y tecnología para la realización de actividades productivas “Párrafo II “El estado protegerá a la agricultura familiar y comunitaria como garante de la soberanía alimentaria, así como también a la artesanía , al sector informal urbano y a la micro, pequeña y mediana empresa, implementando políticas que regulen sus intercambios con el sector privado (Código Orgánico de la Producción , Comercio e Inversiones., 2010, p.25).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

El trabajo de investigación tuvo un desarrollo experimental, en cuanto a la evaluación de los sustratos en el cultivo de balsa.

3.1.1 Tipos de investigación

3.1.1.1. Investigación explorativa

Permitió que el estudio experimental de los datos que se obtuvieron en campo aporte información relevante que con buenos resultados y a través del estudio recomendar el ensayo experimental al evaluar los sustratos en la zona de estudio.

3.1.1.2. Investigación descriptiva

El tipo de investigación que se ejecutó de forma experimental, se evaluó los sustratos en el cultivo de balsa de los tratamientos, observando cuál de estos es el más adecuado sin causar daños al agro ecosistema siendo parte útil para llevar a cabo el diseño experimental.

3.1.1.3. Investigación experimental

La presente investigación se basó en diseño experimental, en el cual pretendió alcanzar resultados mediante la utilización de los sustratos en el cultivo de balsa. Dotando estrategias de manejo en el cultivo de balsa en sistema a nivel vivero

3.1.1.4. Investigación en campo

Consistió en determinar si la utilización de los sustratos genero mayor rendimiento en la germinación del cultivo de balsa y de manera detallada ver las diferencias entre los tipos de sustratos donde se debió tomar en cuenta los cambios y características que presentaron las plántulas y el comportamiento agronómico, esto proporciono datos que fueron de gran importancia para realizar la investigación.

3.1.2 Diseño de investigación

Experimento de un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), donde los bloques estuvieron definidos por la inserción de los sustratos en el desarrollo de las plántulas de balsa y distribuidos de forma aleatoria en cada bloque, con cinco sustratos teniendo como objetivo principal efectos y causas de representación confiable.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Aplicación de sustratos en vivero de balsa (*Ochroma pyramidale*)

3.2.1.2. Variable dependiente

3.2.1.2.1. Característica física del sustrato

Antes de ser utilizado el sustrato y realizar el llenado de las fundas este debió cumplir con elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible, suficiente suministro de aire, donde las distribuciones de las partículas sean adecuadas, baja densidad aparente, elevada porosidad, estructura estable que impida la contracción.

3.2.1.2.2. Característica química del sustrato

Debió tener varias propiedades de baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico, suficiente nivel de nutrientes asimilables, baja salinidad, capacidad para mantener constante el pH, con una mínima velocidad de descomposición.

3.2.1.2.3. Característica microbiológica del sustrato

Conto con características que proporcionaron beneficios para viveros obtenidos A partir de diferentes proporciones de residuos de los beneficios húmedos.

3.2.1.2.4. Longitud de plántulas (cm)

A los 30 días de la germinación de las plántulas, se midió con una cinta métrica a 10 plántulas escogidas al azar.

3.2.1.2.5. Diámetro de las plántulas (cm)

El diámetro de las plántulas se midió con un calibrador o una cinta alrededor del diámetro del tallo a los 45 ,60 días después del trasplante a las bolsas y de la misma manera se tomó 10 plántulas de manera aleatoria para llevar a cabo esta actividad.

3.2.1.2.6. Altura de Inserción de la planta (cm)

Se tomaron 10 plantas de manera aleatoria en los diferentes tratamientos que se estudiaron, a los 60 días de la germinación se tomaron mediciones desde el nivel de la raíz hasta la última hoja que lo compone, siendo estas expresadas en cm.

3.2.1.2.7. Número de hojas (n)

El número de hojas por plántulas se determinó a los 15 y 30 días de la emergencia, registrando 10 plántulas escogidas al azar de cada parcela.

3.2.1.2.8. Longitud del sistema radicular

Se evaluó a los 60 días de haber iniciado el trasplante de las plántulas, se tomaron las medidas desde el cuello de la raíz hasta la última parte de la raíz pivotante, para las medidas se sacrificaron 2 plántulas al azar por cada unidad experimental y se la medirá con un flexómetro.

3.2.1.2.9. Volumen del sistema radicular

Esta variable se la evaluó a los 40 y 60 días de haber comenzado la investigación donde se sumergió la raíz en 500ml de agua y la diferencia de volumen en este proceso será conocido como el volumen de la raíz.

3.2.1.2.10. Análisis de factibilidad

Se propuso a la comunidad donde se evaluó la aceptación del mismo.

3.2.2 Tratamientos

Tabla 2. Tratamiento de estudio

N°	Tratamientos / sustratos	Volumen /Bolsas 6x8 in	Volumen / Bloque	Frecuenci a aplicación
T1	Suelo Agrícola+Compost + cascarilla de arroz (50%+25%+25%)	1kg	90kg/Blq	1 vez
T2	Suelo agrícola+Bocashi+ Cascarilla de café (50%+25%+25%)	1kg	90kg/Blq	1 vez
T3	Suelo agrícola + Bocashi +Arena (50%+25%+25%)	1kg	90kg/Blq	1 vez
T4	Fibra de coco + suelo agrícola +Arena (25%+50%+25%)	1kg	90kg/Blq	1 vez
T5	Testigo convencional	-----	-----	

Descripción de los tratamientos de estudio
Cacao, 2021

3.2.3 Diseño experimental

Es un diseño completamente al azar (DBCA), comprendió de 5 tratamientos y 4 repeticiones para cada uno. Los tratamientos en cada replicación se asignaron aleatoriamente, los factores que se llevaron a cabo fueron cinco sustratos Orgánicos (Suelo Agrícola 50% + Compost 25% + cascarilla de arroz 25%), (suelo agrícola 50%+Bocashi 25% +Cascarilla de arroz 25%), (suelo Agrícola 50% + Bocashi 25% + Arena 25%), (Fibra de coco 25% +suelo Agrícola 50%+ Arena 25%) donde el tratamiento 5 es el que habitualmente realizan los agricultores en el campo se lo denomina testigo convencional, se utilizó suelo agrícola .

3.2.3.1. Delimitación experimental

Tabla 3. Característica de la parcela experimental

Tipo de diseño	DBCA
Número de tratamientos	5
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	20
Longitud de bloque	1m
Ancho de bloque	2m
Área de cada bloque	2m ² (1mx2m)
Número de plantas por bloque	45
Número de plantas por hilera	9
Número de hilera por bloque	5
Número de plantas por área total	900 (45x20 m)
Número promedio de plántulas a muestrear	10 plántulas
Área total del proyecto	98m ² (7x14 m)

Cacao, 2021

3.2.4 Recolección de datos

Para determinar las recolecciones de datos fue de gran importancia la utilización de varias herramientas, para así obtener las variables evaluadas en todas las etapas del proyecto.

3.2.4.1. Recursos técnicos

Recursos bibliográficos

Se tomó información de fuente confiable para el desarrollo de la presente investigación a través de apoyo de libros, diaria, revistas artículos, tesis de grados, páginas de internet, google académico, uso de la biblioteca de la universidad agraria del Ecuador.

Materiales de oficina

Se consideró la utilización de computadora, cámara fotográfica, calculadora, esfero, registro, carpeta, tablero con hoja A4 para tomar apuntes de las actividades realizadas dentro del cronograma establecido.

Recursos humanos

Se tomó en cuenta la información dada por medios de comunicación, Tutor, tesista, agricultores.

Materiales de campo

Machete , Estacas, GPS , Cinta métrica , Semillas, sustratos, Tablero, calibre, cañas guadua , clavos entre otros materiales.

Software

Se utilizó programas como Microsoft para realizar la redacción de los métodos que se puso a cabo durante la elaboración del anteproyecto y power point para la presentación del trabajo final.

Recursos económicos

El presupuesto que se invertido para la ejecución del trabajo de estudio experimental de los diferentes tratamientos, también incluyendo todas las actividades a realizadas desde la elaboración del vivero hasta evaluación de los tipos de sustrato será de \$ 327.5 dólares americanos siendo estos proporcionados por parte del autor del trabajo, a continuación, se anexa la constancia de los recursos económicos a utilizar en los tratamientos.

Tabla 4. Recursos económicos

Recursos	Valor unitario (\$)	Cantidad	Total (\$)
Libreto	1	1	1
Cinta métrica	1	1	1
Machetes	5	2	10
Delimitación del área	20	1	20
Sustratos	35	3	105
Semillas	12	2	24
Viáticos	3	8	24
Jornales	10	3	30
Clavos	1.50	3	4,50
Lampa	8	2	16
Azadón	9	2	18
Excavadora	17	1	17
Fundas 6x8	2.50	3	7,50
Cañas	1	5	5
Cade	1	20	20
Calibrador	2.50	1	2,50
Baldes	2	3	6
Lona	6.50	2	16
Total			327.5

Cacao, 2021

3.2.4.2. Métodos y técnicas

3.2.4.2.1. Métodos

El presente trabajo de estudio se realizó en el recinto “La Comuna”, parroquia Guale, provincia de Manabí, el tiempo que se llevó a cabo será de 6 meses a partir del mes de mayo hasta octubre del presente año, tomando en consideración que se realizaron cinco tratamientos realizando la aplicación de cada uno de los sustratos en sus respectivos envases siendo estos de gran importancia en el desarrollo de las plántulas .

Método deductivo

Mediante este método se visualizó varios métodos de investigaciones como son teorías, consiguiendo un resultado técnico al efectuar dicho método.

Método Inductivo

Los siguientes datos que se obtuvieron en el estudio investigativo se encontraron a disposición para aquellas personas que estén dispuestas a mejorar los resultados que se obtuvieron en los tratamientos de estudio.

Método sintético

El proceso de este trabajo fue basado por el método sintético, puesto que, será de gran ayuda para reafirmar que todo el estudio necesita ser investigado para así obtener información precisa y apropiada con resultados confiables y valederos.

Método analítico

Permitió obtener el conocimiento sobre el desarrollo que se realizó en el estudio.

3.2.4.2.2. Técnica**Manejo del estudio del ensayo**

Para la ejecución del experimento se utilizó un diseño de bloques al azar, dicho experimento contara con 5 tratamientos y cuatro repeticiones, 20 unidades experimentales y un área en cada parcela de 2m² y 45 plántulas por bloque, donde se tendrá un promedio de 10 plántulas a muestrear, se utilizaron funda de polietileno de tamaño 6x8, para realizar el llenado de los sustratos siendo que el primer tratamiento está compuesto con un 50% suelo agrícola + 25% compost+ 25% cascarilla de arroz, el segundo tratamiento contará con un 50 % de suelo agrícola +25% de bocashi 60% de cascarilla de arroz, el tercer tratamiento estará compuesto por 50% de suelo agrícola , 25% de bocashi y 25% de arena y de la

misma el cuarto tratamiento con un 25% de fibra de coco + 50% de suelo agrícola +25% de arena y el quinto tratamiento es el convencional suelos agrícola.

Análisis de suelo

Se realizó el análisis de los sustratos con una muestra representativa una vez que se realizaban las mezclas, se tomó un kg y medio de cada muestra para enviar al laboratorio, siendo estos tomados tanto en el inicio del ensayo como en la finalización del mismo.

Instalación del vivero

Para realizar la construcción del vivero se utilizaron cañas guadua como base, y poli sombra al 50% como cobertor del vivero en la parte superior se colocó una cobertura de sombra con cade.

Tratamiento pre germinativo

Se ubicaron las semillas durante 5 minutos en agua hervida, luego dejarla en agua a temperatura ambiente por 24 horas.

Germinador

Para generar una adecuada germinación de las semillas se procedió a realizar el llenado de las bandejas germinadoras, utilizando arena. Con esto se logró uniformizar la emergencia de las plántulas, donde se colocaron las semillas a 2 milímetros de profundidad.

- Manteniendo el sustrato húmedo durante la germinación, sin exceso o deficiencia de agua, se utilizó implementos de gotas muy finas.
- Se debió proteger los germinadores de la lluvia directa para evitar encharcamiento y aparición de problemas sanitarios.

Trasplante

Una vez que las plántulas tuvieron 8 a 10 cm, se procedió a trasplantarlas a bolsas donde se llevaron a cabo cada una de las variables siguiendo las siguientes actividades:

- Se realizó el llenando las bolsas con los diferentes tipos de sustratos
- Se utilizó el fertilizante Green antes del trasplante 1cc/1L de agua
- Se extrajeron las plántulas protegiendo la raíz del aire y del sol, se sumergieron en la mezcla del fertilizante.
- Se tomaron una a una sin presionar el tallo ni la raíz, y se colocaron en un hoyo central hecho con una estaca en el centro de la bolsa (con el sustrato húmedo) verificando que las raíces estén extendidas hacia abajo y rectas.
- El trasplante se lo realizó obligatoriamente bajo sombra usando malla sombra o materiales similares, se dejarán dos semanas y luego se expondrán lentamente a plena luz para que crezcan y rustifiquen.

Riego

Dicha labor se realizó a diario después del trasplante, de preferencia en las primeras horas del día o en las últimas horas de la tarde con ayuda de baldes y botellas plásticas.

Control de malezas

El control de malezas se realizó de manera manual, realizando esta actividad en cada uno de los tratamientos y en los espacios de las camas donde se eliminaron malezas con ayuda de un machete.

Control de plagas

Se aplicó Cipermetrina para controlar la presencia de insectos masticadores como mariquitas en dosis de 3cc/litro de agua.

3.2.4.3. Esquema del análisis de varianza

Se llevó a cabo un diseño estadístico por bloques completamente al azar que comprende 5 tratamientos y 4 repeticiones, utilizando el análisis ANDEVA para llevar a cabo la valoración estadística.

Tabla 5. Esquema de análisis de varianza (ANDEVA)

F. V	Fórmula	Desarrollo	Grado de libetas
Bloques (r)	(r-1)	(4-1)	3
Factor (Sustratos)	(a-1)	(5-1)	4
Error experimental	(a-1)(r-1)	(5-1) (4-1)	12
Total			19

Cacao, 2021

3.2.4.4. Hipótesis estadísticas

Ho: Ninguno de los sustratos incidirá favorablemente en el desarrollo de plántulas de balsa(*Ochroma pyramidale*).

Ha: Al menos uno de los sustratos incidirá favorablemente en el desarrollo de plántulas de balsa (*Ochroma pyramidale*).

4. Resultados

4.1 Realización de pruebas edafológicas y microbiológicas que permitan la identificación del potencial del sustrato.

4.1.1 Características Iniciales de los sustratos

Tabla 6. Análisis iniciales de los tratamientos

Análisis iniciales	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn
T1	7,1	9,25	296	529	4011	16,1	31	38	6,59	205	16
T2	7,3	8	295	520	4008	14,5	32	36,25	6,12	207	16,25
T3	7,3	7,5	283	510	4013	14,25	30	35,69	2,1	204	15,026
T4	7,5	9,45	287	529	4099	17,57	31	38,56	7,2	205	17
T5	7,4	8	285	505	4000	16	30	35,1	5,98	200	15,55
Suma	36,6	42,2	1446	2593	20131	78,42	154	183,6	27,99	1021	79,83
Promedio	7,32	8,44	289,2	518,6	4026,2	15,68	30,8	36,72	5,60	204,20	15,97

Laboratorio INIAP, 2021

Dado los resultados de los análisis iniciales se visualizó que el pH inicial de los tratamientos está en rango de 7.1ug/ ml hasta 7.5 respectivamente se puede visualizar en la tabla que da como promedio de todos los tratamientos por parte del pH un 7.32. Así mismo N con un rango de 7. 5 ug/ ml a 9.45 ug/ ml sacándole un promedio total en todos los tratamientos que equivaldría a 8.44 ug/ ml , de la misma manera el P se verifico que se encontraba con rango de 283 ug/ ml hasta 296 ug/ ml así mismo como se podrá verificar en la tabla se sacó un promedio siendo este 289.2 ug/ ml, al igual que K rango de 505 ug/ ml hasta 529 ug/ ml con un promedio de 518.6 ug/ ml. El Ca con valores iniciales que van desde 4000 ug/ ml hasta 4099 ug/ ml, así mismo Mg teniendo rangos desde 14.5 ug/ ml hasta 17.57 ug/ ml y un promedio de 15.68 ug/ ml, el S teniendo rangos en los tratamientos desde 30 ug/ ml hasta 32 ug/ ml y un promedio mediante los 5 tratamientos de 30.8 ug/ ml , El

Zn con rango de 35.1 ug/ ml hasta 38 teniendo un promedio de 36.72 ug/ ml y el Cu respectivamente va desde 2.1 ug/ ml hasta 7.2 ug/ ml quedando demostrado que presenta un promedio mediante todos los tratamientos de 5.60 ug/ ml, y el Fe con rango que van desde 200 ug/ ml hasta 2007 ug/ ml con promedio de 204.20 ug/ ml, así mismo el Mn con rango de 16 ug/ ml hasta 17 ug/ ml teniendo promedio de 15.97, donde se observó que cada uno de los análisis realizados respectivamente a cada tratamiento consto con varios valores que van desde rangos inferiores hasta rangos superiores.

4.1.2 Características físicas del sustrato

Una vez cumplido con los objetivos se procede a verificar la tabla 7, se observó que los promedios obtenidos al evaluar las características físicas de los sustratos tanto de densidad aparente, densidad real, y porosidad, se estableció que la mezcla de sustrato más adecuada para el crecimiento de las plántulas el cual correspondió al T4 (Fibra de coco + s. agrícola + arena) alcanzo promedios de densidad aparente de 0.91 g/cm³ y una densidad real de 1.74 g/cm³ teniendo una porosidad de 60.75%, mientras que el tratamiento que obtuvo promedios desfavorables para la reproducción de plántulas de balsas, fue el T5 (Testigo convencional) con una densidad aparente de 1.18 g/cm³ y una densidad real de 2.24 g/cm³ y una porosidad de 38.50%, en el T1 (S. agrícola + compost + c.arroz) alcanzo una densidad aparente de 1.08g/m³ y densidad real de 1.82 g/m³ teniendo porosidad de 52.50 % puesto que no cumple con los requerimientos necesarios, en el T2 (S. Agrícola + bocashi+c. de café) dando una densidad aparente de 1.09 g/m³ con densidad real de 1.92g/m³ con porosidad de 49.50% respectivamente no es recomendable puesto que no cumple funciones que requieren el cultivo, en el T3 (s. agrícola + bocashi+arena) se obtuvo como resultado una densidad aparente de

1.17g/m³ obteniendo una densidad real de 2.06g/m³ con porosidad de 44.00% , este tratamiento no cumple con los requerimiento necesarios que debe tener el cultivo de balsa .

Mediante el análisis de varianza se encontró diferencias significativas entre los tratamientos en estudio tanto para la densidad aparente, densidad real, porosidad.

Tabla 7. Características físicas del sustrato

Tratamientos	D. aparente		D. real		Porosidad
T5 Testigo convencional	1.18	c	2.24	c	38.50 a
T3 S. agrícola + bocashi + arena	1.17	c	2.06	b c	44.00 a b
T2 S. agrícola + bocashi + c. de café	1.09	b c	1.92	a b	49.50 b c
T1 S. agrícola + compost + c. arroz	1.08	b	1.82	a b	52.50 c
T4 Fibra de coco + s. agrícola + arena	0.91	a	1.74	a	60.75 d

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Cacao, 2021*

4.1.3 Características químicas del sustrato

En la tabla 7, se observó que los promedios obtenidos al evaluar las características químicas de los sustratos tanto de pH, nitrógeno, fósforo y potasio, se estableció la mezcla de sustrato más adecuada para el crecimiento de las plántulas el cual correspondió al T4 (Fibra de coco + s. agrícola + arena) alcanzo promedios de pH de 7.00 (n) y nitrógeno con 9.89 ug/ml y fósforo con 293.50 ug/ml, y potasio con 525.25 ug/ml, mientras que en tratamiento que obtuvo promedios desfavorables para la reproducción de plántulas de balsas fue el T5 (Testigo convencional) con, pH de 7.13 (n) y nitrógeno con 7.15 ug/ml y fósforo con 290.50 ug/ml, y potasio con 522.00 ug/ml.

Mediante el análisis de varianza se encontró diferencias significativas solo para el elemento fósforo en los tratamientos mientras que en el pH, nitrógeno y potasio un existió diferencias significativas.

Tabla 8. Características químicas del sustrato

Tratamientos	pH	N	P	K
T5 Testigo convencional	7.13 a	7.15 a	290.50 a	522.00 a
T3 S. agrícola + bocashi + arena	7.13 a	7.27 a	291.00 a	523.00 a
T2 S. agrícola + bocashi + c. de café	7.04 a	8.19 a	291.90 a	524.00 a
T1 S. agrícola + compost + c. arroz	7.01 a	9.29 b	293.50 a	525.75 a
T4 Fibra de coco + s. agrícola + arena	7.00 a	9.89 b	293.50 a	526.25 a

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Cacao, 2021*

4.1.4 Características microbiológicas del sustrato

En la tabla 8, se observó que los promedios obtenidos al evaluar la característica microbiológica, se demostró la cantidad de materia orgánica que posee cada tratamiento, dando como resultado que el T4 (Fibra de coco + s. agrícola + arena) alcanzó un mayor promedio de M.O 6.75 %, seguido del T1 (S. agrícola + compost + c. arroz) con M.O 5.90 %, seguido por el T2 (S. agrícola + bocashi + c. de café) con M.O 5.48 %, seguido por el T3 (S. agrícola + bocashi + arena) con M.O 4.88%, y por último quien obtuvo el menor porcentaje de M.O. fue el T5 (Testigo convencional) con M.O 4.75 %, obteniendo un coeficiente de variación de 11.42 %.

Mediante el análisis de varianza se encontró diferencias significativas entre las cantidades de M.O. de los tratamientos en estudio.

Tabla 9. Características microbiológicas del sustrato

Tratamientos	Medias %	E.E.	Significancia
T5 Testigo convencional	4.75	0.32	a
T3 S. agrícola + bocashi + arena	4.88	0.32	a
T2 S. agrícola + bocashi + c. de café	5.48	0.32	a b
T1 S. agrícola + compost + c. arroz	5.90	0.32	a b
T4 Fibra de coco + s. agrícola + arena	6.75	0.32	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Cacao, 2021

4.2 Indicación del tratamiento más efectivo de los tipos de sustratos sobre el desarrollo de las plántulas de balsa (*Ochroma pyramidale*) y estabilidad en la fase inicial de vivero.

Para concretar el segundo objetivo fue necesario determinar todas las variables

4.2.1 Longitud de plántulas (cm)

En la tabla 10, se observó que los promedios obtenidos al evaluar la longitud de plántulas, se demostró que el T4 (Fibra de coco + s. agrícola + arena) alcanzó un mayor promedio de 4.20 cm de longitud, seguido del T1 (S. agrícola + compost + c. arroz) con 3.80 cm de longitud, seguido por el T2 (S. agrícola + bocashi + c. de café) con 3.80 cm de longitud, seguido por el T3 (S. agrícola + bocashi + arena) con 3.70 cm de longitud, y por último quien obtuvo el menor promedio fue el T5 (Testigo convencional) con 2.18 cm de longitud, obteniendo un coeficiente de variación de 10.25%.

Mediante el análisis de varianza se encontró diferencias significativas en los tratamientos.

Tabla 10. Longitud de plántulas (cm)

Tratamientos	Medias cm	E.E.	Significancia
T5 Testigo convencional	2.18	0.18	a
T3 S. agrícola + bocashi + arena	3.70	0.18	b
T2 S. agrícola + bocashi + c. de café	3.80	0.18	b
T1 S. agrícola + compost + c. arroz	3.80	0.18	b
T4 Fibra de coco + s. agrícola + arena	4.20	0.18	b
Promedio	3.54		
Significancia	**		
C.V.	10.25		

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Cacao, 2021*

4.2.2 Diámetro de las plántulas (cm) 45 y 60 días

Los resultados de la variable en diámetro de las plántulas se determinaron a los 45 y 60 días teniendo como resultados y verificación en la tabla 11, en los 45 días se observó los promedios obtenidos al evaluar el diámetro de plántulas, se demostró que el T4 (Fibra de coco + s. agrícola + arena) alcanzó un mayor promedio de 0.79 cm de diámetro. seguido por el T1 (S. agrícola + compost + c. arroz) con 0.66 cm de diámetro, seguido por el T2 (S. agrícola + bocashi + c. de café) con 0.57 cm de diámetro, seguido por el T3 (S. agrícola + bocashi + arena) con 0.48 cm de diámetro, y por último quien obtuvo el menor promedio fue el T5 (Testigo convencional) con 0.29 cm de diámetro, obteniendo un coeficiente de variación de 11.10%. y de esta manera se logró determinar el diámetro de las plántulas en los primeros 45 días especificados en centímetros, para así obtener resultados más relevantes y de fácil obtención. Tomando encuentra todos los

procesos realizados se puede mencionar que. Mediante el análisis de varianza se encontró diferencias significativas en los tratamientos.

Así mismo, se observó que los promedios obtenidos al evaluar el diámetro de plántulas en los 60 días, se demostró que el T4 (Fibra de coco + s. agrícola + arena) alcanzó un mayor promedio de 0.84 cm de diámetro. seguido del T1 (S. agrícola + compost + c. arroz) con 0.74 cm de diámetro, seguido por el T2 (S. agrícola + bocashi + c. de café) con 0.65 cm de diámetro, seguido por el T3 (S. agrícola + bocashi + arena) con 0.55 cm de diámetro, y por último quien obtuvo el menor promedio fue el T5 (Testigo convencional) con 0.42 cm de diámetro, obteniendo un coeficiente de variación de 10.46%.

Mediante el análisis de varianza se encontró diferencias significativas en los tratamientos.

Tabla 11. Diámetro de plántulas 45 y 60 días

Tratamientos	Promedio	Significancia	Promedio	Significancia
	(45 días)	(45 días)	(60 días)	(60 días)
T4	0,79	a	0,84	a
T1	0,66	a	0,74	a b
T2	0,57	c	0,65	b c
T3	0,48	c	0,55	c d
T5	0,29	d	0,42	d
Promedio	0,558		0,64	
Significancia	**		**	
C.V	11,1		10,46	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Cacao, 2021*

4.2.3 Altura de inserción de la planta (cm)

En la tabla 12, se observó que los promedios obtenidos al evaluar la altura de inserción de planta, se demostró que el T4 (Fibra de coco + s. agrícola + arena) alcanzo un mayor promedio de 9.21 cm de altura de inserción de planta. seguido del T1 (S. agrícola + compost + c. arroz) con 8.13 cm de altura de inserción de planta, seguido por el T2 (S. agrícola + bocashi + c. de café) con 7.90 cm de altura de inserción de planta, seguido por el T3 (S. agrícola + bocashi + arena) con 6.93 cm de altura de inserción de planta, y por último quien obtuvo el menor promedio fue el T5 (Testigo convencional) con 6.35 cm de altura de inserción de planta, obteniendo un coeficiente de variación de 10.19 %.

Mediante el análisis de varianza se encontró diferencias significativas en los tratamientos.

Tabla 11. Altura de inserción de la planta (cm)

Tratamientos	Medias cm	E.E.	Significanci a		
T5 Testigo convencional	6.35	0.39	a		
T3 S. agrícola + bocashi + arena	6.39	0.39	a	b	
T2 S. agrícola + bocashi + c. de café	7.90	0.39	a	b	c
T1 S. agrícola + compost + c. arroz	8.13	0.39		b	c
T4 Fibra de coco + s. agrícola + arena	9.21	0.39			c
Promedio	7.63				
Significancia	**				
C.V.	10.19				

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Cacao, 2021*

4.2.4 Número de hojas (n) 15 y 30 días

En la tabla 13, se observó que los promedios obtenidos al número de hojas a los 15 días, se demostró que el T4 (Fibra de coco + s. agrícola + arena) alcanzó un mayor promedio de 4.25 hojas por planta, seguido del T1 (S. agrícola + compost + c. arroz) con 3.75 hojas por planta, seguido por el T2 (S. agrícola + bocashi + c. de café) con 3.75 hojas por planta, seguido por el T3 (S. agrícola + bocashi + arena) 3.50 hojas por planta, y por último quien obtuvo el menor promedio fue el T5 (Testigo convencional) con 2.50 hojas por planta, obteniendo un coeficiente de variación de 15.64 %. Así mismo los promedios obtenidos del número de hojas a los 30 días, donde se demostró que el T4 alcanzó un mayor promedio de 4.75 hojas por planta, seguido del T1 (S. agrícola + compost + c. arroz) con 4.50 hojas por planta, seguido por el T2 con 4.25 hojas por planta, seguido por el T3 (S. agrícola + bocashi + arena) con 3.75 hojas por planta, y por último quien obtuvo el menor promedio fue el T5 (Testigo convencional) con 3.25 hojas por planta, obteniendo un coeficiente de variación de 12.20 %. Mediante el análisis de varianza se encontró diferencias significativas en los tratamientos.

Tabla 12. Número de hojas a los 15 y 30 días

Tratamientos	Promedio	Significancia		Promedio	Significancia	
	(15 días)	(15 días)		(30 días)	(30 días)	
T5	2,5	a		3,25	a	
T3	3,5	a	b	3,75	a	b
T2	3,75	a	b	4.25	a	b
T1	3,75	a	b	4.50		b
T4	4,25	b		4.75	b	
Promedio	3,55			3,5		
Significancia	**			**		
C.V	15,64			12,2		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Cacao, 2021

4.2.5 Longitud del sistema radicular

En la tabla 15, se observó que los promedios obtenidos a la longitud de sistema radicular, se demostró que el T4 (Fibra de coco + s. agrícola + arena) alcanzó un mayor promedio de 7.67 cm longitud de sistema radicular, seguido del T1 (S. agrícola + compost + c. arroz) con 7.25 cm longitud de sistema radicular, seguido por el T2 (S. agrícola + bocashi + c. de café) con 6.79 cm longitud de sistema radicular, seguido por el T3 (S. agrícola + bocashi + arena) con 6.34 cm longitud de sistema radicular, y por último quien obtuvo el menor promedio fue el T5 (Testigo convencional) con 6.28 cm longitud de sistema radicular, obteniendo un coeficiente de variación de 10.48 %.

Mediante el análisis de varianza se encontró diferencias significativas en la longitud del sistema radicular de los tratamientos.

Tabla 13. Longitud del sistema radicular

Tratamientos	Medias cm	E.E.	Significancia
T5 Testigo convencional	6.28	0.37	a
T3 S. agrícola + bocashi + arena	6.91	0.37	a b
T2 S. agrícola + bocashi + c. de café	6.98	0.37	a b
T1 S. agrícola + compost + c. arroz	7.25	0.37	a b
T4 Fibra de coco + s. agrícola + arena	8.00	0.37	b
Promedio	7.08		
Significancia	**		
C.V.	10.48		

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Cacao, 2021*

4.2.6 Volumen del sistema radicular a los 40 y 60 días

En la tabla 15, se observó que los promedios obtenidos del volumen de sistema radicular a los 40 días, se demostró que el T4 (Fibra de coco + s. agrícola + arena) alcanzo un mayor promedio de 1.31 cm³ volumen de sistema radicular, seguido del T1 (S. agrícola + compost + c. arroz) con 1.06 cm³ volumen de sistema radicular, seguido por el T2 (S. agrícola + bocashi + c. de café) con 1.00 cm³ volumen de sistema radicular, seguido por el T3 (S. agrícola + bocashi + arena) con 0.98 cm³ volumen de sistema radicular, y por último quien obtuvo el menor promedio fue el T5 (Testigo convencional) con 0.93 cm³ volumen de sistema radicular, obteniendo un coeficiente de variación de 10.14 %. Mediante el análisis de varianza se encontró diferencias significativas en los tratamientos.

Los promedios obtenidos del volumen de sistema radicular a los 60 días, se demostró que el T4 (Fibra de coco + s. agrícola + arena) alcanzo un mayor promedio de 3.63 cm³ volumen de sistema radicular, seguido del T1 (S. agrícola + compost + c. arroz) con 3.33 cm³ volumen de sistema radicular, seguido por el T2 (S. agrícola + bocashi + c. de café) con 3.00 cm³ volumen de sistema radicular, seguido por el T3 (S. agrícola + bocashi + arena) con 2.94 cm³ volumen de sistema radicular, y por último quien obtuvo el menor promedio fue el T5 (Testigo convencional) con 2.83 cm³ volumen de sistema radicular, obteniendo un coeficiente de variación de 10.44 %.

Mediante el análisis de varianza se encontró diferencias significativas en los tratamientos.

Tabla 14. Volumen del sistema radicular 40 y 60 días

Tratamientos	Promedio	Significancia	Promedio	Significancia
	(40 días)	(40 días)	(60 días)	(60 días)
T5	0,93	a	2,98	a
T3	0,98	a	2,94	a b
T2	1	a	3	a b
T1	1,06	a	3,33	a b
T4	1,31	b	3,63	b
Promedio	1,056		3,176	
Significancia	**		**	
C.V	10,14		10,44	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Cacao, 2021*

4.3 Valorización del mejor tratamiento a través de un análisis de factibilidad

4.3.1 Análisis de factibilidad

En el análisis de factibilidad se establecieron los costos que se realizaron en la fabricación y construcción del vivero, estimando los riesgos que conllevó este proyecto y los beneficios, asumiendo la propuesta técnica, los valores adjuntos justifican la factibilidad y la ejecución en las diferentes fases del proyecto, las cuales permitieron conocer si el negocio se pudo hacer con las condiciones favorables, una vez establecido se procedió a la construcción de la infraestructura en la cual se definió el tiempo, luego se implementó el producto en este caso las plántulas de balsas así como también los sustratos a utilizar, el cual se determinó el más favorables para el crecimiento de las plántulas este fue Fibra de coco + s. agrícola+arena.

Tabla 15. Análisis de factibilidad

Componentes	T1 S. agrícola + compost + c. arroz	T2 S. agrícola + bocashi + c. de café	T3 S. agrícola + bocashi + arena	T4 Fibra de coco + s. agrícola + arena	T5 Testigo Convencional	Total
Precio de semillas	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	1.75
Germinador	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	15.00
Siembra	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00
Construcción de vivero	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	75.00
Precio de fundas	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	30.00
Costo de abonos	10.00	12.00	11.00	30.00	5.00	68.00
Preparación de sustrato	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	40.00
Llenado de fundas	6.00	7.00	8.00	8.00	6.00	35.00
Trasplante	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	25.00
Sistema de riego	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	10.00
Fertilización	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	6.25
Manejo agronómico	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	32.50
Total para 225 plantas	64.10	67.10	67.10	86.10	59.10	343.50
Relación 1000 plantas	284.89	298.22	298.22	382.67	262.67	687.00

Cacao, 2021

5. Discusión

De los cinco tratamientos evaluados el T4 presentó características significativas en el cultivo de balsa, estando compuesta por (Fibra de coco + s. agrícola + arena) alcanzó promedios de densidad aparente de 0.91 g/cm^3 y una densidad real de 1.74 g/cm^3 donde se obtuvo una porosidad 60.75% , puesto que gracias a la porosidad se diferenció las ventajas en la etapa del desarrollo, y así mismo se obtuvo promedios de pH de 7.00 (n) y nitrógeno con 9.89 ug/ml y fósforo con 293.50 ug/ml , y potasio con 525.25 ug/ml y una materia orgánica de 6.75% . Para lo cual se concuerda con Ramírez, (2018) indica que las propiedades físicas de los sustratos evaluados mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos. El tratamiento 6 (15.85) mostró los valores más altos para las propiedades de porosidad con 51.333% , teniendo capacidad de retener agua con un 50.160% , densidad de partícula con 1.745 mg m^{-3} y densidad aparente con 0.846 mg m^{-3} .

En cuanto al desarrollo de las plántulas de balsas se vieron reflejados en un 98% de plántulas trasplantadas las cuales tuvieron un crecimiento óptimo como lo es en la longitud de las plántulas quedando demostrado que el T4 (Fibra de coco + s. agrícola + arena) alcanzó un mayor promedio de 3.96 cm de longitud. Seguido del T1 (S. agrícola + compost + c. arroz) con 3.70 cm de longitud, seguido por el T2 (S. agrícola + bocashi + c. de café) con 3.64 cm de longitud, seguido por el T3 (S. agrícola + bocashi + arena) con 3.62 cm de longitud, y por último quien obtuvo el menor promedio fue el T5 (Testigo convencional) con 2.16 cm de longitud. De acuerdo a Quilumba (2016 p. 33-34) indica que el mayor porcentaje de germinación se obtuvo al sembrar la semilla en el tratamiento 9 teniendo con 30% bocashi, 30% humus de lombriz, 20% tierra negra, 10% aserrín de balsa y 10% tamo de arroz quemado con un 100% de desarrollo, en igualdad estadística con los tratamientos

8, 4 y 1 (40% de humus de lombriz + 20% de tierra negra + 20% de tamo de arroz quemado+20% de aserrín de balsa, 40% de bocashi + 20% de aserrín de balsa 34 + 20% de tierra negra + 20% tamo de arroz quemado y 60% de bocashi + 40% de tierra negra, respectivamente) con porcentajes de germinación de 98.6, 98.6 y 97.2%, en su orden, estadísticamente superiores a los demás tratamientos que presentaron promedios entre 93.1 y 97.2 % de germinación.

De la misma manera se evaluó el número de hojas en las plántulas de balsa T4 (Fibra de coco + s. agrícola + arena) alcanzo un mayor promedio de 4.75 hojas por planta. Seguido del T1 (S. agrícola + compost + c. arroz) con 4.50 hojas por planta, seguido por el T2 (S. agrícola + bocashi + c. de café) con 4.25 hojas por planta, seguido por el T3 (S. agrícola + bocashi + arena) con 3.75 hojas por planta, y por último quien obtuvo el menor promedio fue el T5 (Testigo convencional) con 3.25 hojas por planta.

Por lo que se concuerda con Gonzales, Sánchez, Torres, Simba y Reyes (2017) los resultados demuestran que la utilización del sustratos que más influyó en el porcentaje germinativo con mayor incidencia fue (el lijado de semillas hasta que pierdan su brillo natural)el tratamiento suelo agrícola + compost + cascarilla de arroz obtuvieron mayor número de hojas y grosor siendo este el más recomendado donde el 46.50% de los productores hacen sus propios viveros utilizando estos sustratos, cabe destacar que los productores realizan labores desde la germinación hasta el establecimiento y mantenimiento de sus cultivos no obstante el 94.00% no reciben asistencia técnica, lo cual en ellos no incide la calidad en las plantaciones. Para valorar el mejor tratamiento a través de un análisis de factibilidad en el cual establecieron los gastos que se realizaron en la fabricación y construcción del vivero, estimando los riesgos que conllevó este proyecto y los beneficios,

asumiendo la propuesta técnica, los valores adjuntos justifican la factibilidad y la ejecución en las diferentes fases del proyecto, las cuales permitieron conocer si el negocio se pudo hacer con las condiciones favorables, una vez establecido se procedió a la construcción de la infraestructura en la cual se definió el tiempo, luego se implementó el producto en este caso las plántulas de balsas así como también los sustratos a utilizar, el cual se determinó el más favorables para el crecimiento de las plántulas este fue Fibra de coco + s. agrícola + arena.

Se concuerda con (Morante, 2017). el cual indica que evidentemente los sustratos aportan nutrientes que se relacionan más con el incremento en la germinación de plántulas de balsa, experiencias preliminares muestran que, para obtener mayor beneficio de esta especie, se pondrá en práctica la evaluación de tipos de sustratos, teniendo como objetivo principal la adaptabilidad en el medio, siendo estas tolerantes a condiciones agroclimáticas resistentes a plagas y enfermedades y al incremento de germinación del cultivo.

De acuerdo con la hipótesis indica que con uno de los tratamientos a la aplicación de sustratos aumentará el desarrollo en plántulas de balsa (*Ochroma pyramidale*) en vivero. Obteniendo desarrollos favorables. Siendo el mejor tratamiento el T4 (fibra de coco+ s. agrícola + arena) debido a la porosidad se hizo la diferencia en la etapa de desarrollo, el cual además de presentar resultados favorables en variables agronómicas también presento margen de utilidad.

6. Conclusiones

Una vez analizados los resultados del trabajo experimental, se llevaron a cabo las siguientes conclusiones:

Con relación a las pruebas realizadas tanto de características físicas y químicas se determinaron que el sustrato con mejor textura, fue la mezcla de fibra de coco + suelo agrícola + arena, esta proporcionó los niveles más óptimos en cuanto a la densidad como porosidad, así mismo presentó los niveles óptimos en cuanto a los macronutrientes los cuales favorecen al desarrollo de las plántulas en viveros.

Al contar con las características nutritivas requerida para soportar a las plántulas se tomaron en cuenta la mezcla de fibra de coco + suelo agrícola + arena, las cuales incidieron directamente en el desarrollo de las plántulas de balsa, esta permitió tener las proporciones apropiadas en cuanto a la humedad y aireación obteniendo un desarrollo lo más uniforme posible.

Para concluir el tratamiento con mayor resultado fue el T4, teniendo una porosidad de 60.75 % y presentando características significativas por ser una excelente combinación de mezclas consideradas abonos orgánicos siendo estos Fibra de coco + suelo agrícola + arena, teniendo en consideración que en este tratamiento su inversión fue de \$ 382.67 equivalente a cada plántula de 0.38 centavos puesto de que no es rentable en la relación de 1000 plantas.

Una vez realizado el análisis de factibilidad se establecieron los costos de realización, para evaluar los riesgos y posibilidad de tener éxito en el vivero, teniendo en cuenta que el T5 testigo convencional (suelo agrícola) es el que más obtuvo aceptación en el medio, aunque no conto con características significativas en lo que respecta el desarrollo de las plántulas, pero si por su bajo costo, siendo este el que se mantiene dentro de la zona por su fácil acceso de disposición.

7. Recomendaciones

Una vez analizado los resultados y conclusiones se determina lo siguientes recomendaciones:

Análisis de laboratorios para la determinación de las características físicas, químicas y microbiológicas de los sustratos permitiendo la identificación de sus propiedades de cada uno de ellos. Y maximizar el crecimiento de plántulas de manera homogéneas en los viveros.

Utilización de fibra de coco + suelo agrícola + arena, puesto que cuenta con las características idóneas para la etapa inicial del cultivo de balsa aportando un buen desarrollo debido a la porosidad.

Realizar medio pre germinativo como es la utilización de agua en ebullición, retirando el envase del fuego y sumergiendo las semillas por 5 minutos, con la ayuda de un colador escurrirlas y sumergirlas en agua al ambiente por 24 horas.

Aplicación de costos de producción en vivero por medio del uso del sustrato, como lo fue fibra de coco + suelo agrícola + arena para generar ventas por plántulas y así dar a conocer que sustrato es más favorable en la implementación, puesto que los valores de rendimiento en el desarrollo son gratificantes.

8. Bibliografía

- Cruz y Cruz . (2006). sustratos para viveros. *sustratos para viveros*. Universidad Politecnica de Madrid, Madrid.
- Laboratorio INIAP. (2021). *INIAP*. Duran: Laboratorios INIAP.
- Alejo y Reyes . (2014). *Evaluación de sustratos y tipos de recipientes en el crecimiento de plantulas de cafe arábigo, en condiciones de vivero*. Loja - Ecuador: Universidas Nacional de Loja.
- Alvarez. (2014). Evaluación de varios tipos de sustratos naturales en mezclas con abonos orgánicos en la reproducción de plántulas de café arábico (*coffea arábica*) en la zona de Babahoyo. *Ingeniero Agronomo*. Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo- Los Ríos -Ecuador.
- Añazco, Morales , Palacios , Vega , Cuesta. (2010). *Sector Forestal Ecuatoriano: propuestas para una gestión forestal sostenible*. Quito, Ecuador: Programa Regional ECOBONA-INTERCOOPERATION.
- Araujo. (2019). Departamento Académico de Manejo Forestal. *Cursos básicos de dendrologia tropical*. Universidad Nacional de Ucayali Fcultad de ciencias Forestales y Ambientales Escuela profesional de Ingenieria forestal, Pucallpa - Peru.
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2016 p.14). *Ley Orgánica de tierras rurales y territorios ancestrales*. Quito: Editorial Nacional.
- Barona. (2013). Facultad de ciencias Administrativas y contables. *Proyecto de Factibilidad para la creación de una empresa productores y comercializadora de balsa en la provincia de Pichincha*. Universidad Católica del Ecuador, Quito.

Calderón. (10 de Noviembre de 2002). *La cascarilla de arroz "Caolinizada" una alternativa para mejorar la retencion de humedad como sustrato para cultivos hidroponicos.* Obtenido de Asistencia Técnica Agrícola : http://www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/Cascarilla_Caolinizada/La_Cascarilla_Caolinizada.htm

Cañadas A, Rade D ,Dominguez J ,Murillo I ,Molina . (2016). Moderación Forestal. *Ministerio de Agricultura, Ganaderia , Acuacultura y Pesca*, 35-48-51-60.

Carlozama y Salas, C. ,. (2017). Análisis químicode la madera de balsa Ochroma pyramidale URB. Malvaceae y determinación de sus posibles usos como sustrato para el cultivo invitro y externo de orquideas. *ingeniera en biotecnología de los recursos Naturales.* Universidad Politecnica Salesiana Sede Quito, Quito.

Código Orgánico de la Producción , Comercio e Inversiones. (2010, p.25). Quito: Asamblea Nacional. Recuperado el 20 de febrero de 2018

Constitución de la República del Ecuador. (2008 p. 1-83). *Elementos constitutivos del Estado.* Editora Nacional.

Dávila. (2011). Departamento de ciencias de la vida Ingenieria en biotecnología. *ingeniero en biotecnologia.* evaluación de la actividad hormonal de (TDZ), (TDZ/ANA), (BAP), (BAP/ANA) Como inductores de brotes en la etapa de multiplicación a partir de yemas apicales de balsa (Ochroma lagopus), Sangolqui.

Defaz, C. (2017). Evaluación de diferentes tipos de sustratos en vivero. *Proyecto de Investigación Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Agrónomo.* Universidad Técnica de Quevedo, Quevedo.

- Del Pino. (2019). *Manual Forestal 2019*. Plantabal S.A. - Km 4.5 vía a Valencia - Quevedo: Plantaciones de Balsa- Plantabals.A.
- FAO. (2013). *El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas* . Obtenido de El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas : <http://www.fao.org/3/a-i3361s.pdf>
- Gonzales, Sánchez,Torres,Simba y Reyes. (2017). Caracterización del cultivo de balsa *Ochroma pyramidale*. *Ciencia y Tecnología*, 33-47.
- González, S. O. (2018). Un cultivo resiliente para enfrentar el cambio climático, la balsa (*Ochroma pyramidale sw*). *Revista Ciencia & Tecnología*, 89-100.
- Ilvay, L. A. (2012 p. 40-41). *Evaluación de sustratos orgánicos para la producción de plantulas de brocoli (Brassica oleracea Var. Italica)*. Ambato - Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- InfoAgro. (31 de mayo de 2017). *InfoAgro*. Obtenido de Las propiedades de los sustratos de cultivo: <https://mexico.infoagro.com/las-propiedades-de-los-sustratos-de-cultivo/>
- Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas . (2013). Caracterización del subproducto cascarillas de arroz en búsqueda de posibles aplicaciones como materia prima en procesos. *Caracterización del subproducto cascarillas de arroz en búsqueda de posibles aplicaciones como materia prima en procesos*, 90 -91-92.
- Jácome . (18 de julio de 2020). *EFE Verde*. Obtenido de Ecuador Forestal , La balsa de la esperanza y de la deforestación en Ecuador: <https://www.efeverde.com/noticias/ecuador-balsa-deforestacion-amazonia/>

Jiménez, Garcías, Carranza, Carranza, Morante, Chévez. (24 de julio-septiembre de 2017). Germinación y crecimiento de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. en Ecuador. *Scientia Agropecuaria*, 243-250.

Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria. (22 de enero de 2014). *Asamblea Nacional República del Ecuador*. Obtenido de www.asambleanacional.gob.ec:
http://www.asambleanacional.gob.ec/es/contenido/manuscritos_desde_la_asamblea_0

López y Villavicencio . (2019). Desinfección de sustratos para el control de fitopatógenos en la germinación y desarrollo de plántulas de *ochroma pyramidale* (cav. ex. lam.)urb. (balsa) a nivel de vivero". *Ingeniera Forestal*. Universidad Técnica de Quevedo, Quevedo.

Manals, Salas y Penedo . (15 de septiembre de 2017). *Tecnología Química*. Obtenido de Caracterización de la biomasa vegetal "cascarilla de café":
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/4455/445558421013/html/index.html>

Mejía y Pacheco, E. . (1 de 8 de 2013). *Aprovechamiento forestal y mercados de la madera en la Amazonía Ecuatoriana*. Obtenido de Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR):
https://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-97.pdf

Mera, Ibarra, Menéndez y Menéndez. (2020). Análisis de los niveles de automatización de la empresa produciembal Cia. Ltda. *Journal of Business and entreprenue*, 110.

Morante. (24 de Julio de 2017). Germinación y crecimiento de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. en Ecuador. *scientia Agropecuaria*, vol.8 no.3.

- Muñoz B, Sánchez J , Montejo L, Herrera P y Gamboa. (2012). Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. *Guía Técnica para la reproducción de especies arboreas pioneras*, 9 -10.
- Murillo, M. M. (2019 p. 32-33). *Desinfección de sustratis para el control de fitopatógenos en la germinacion y desarrollo de las plántulas de Ochroma pyramidale (Car. Ex. Lam) Urb, (balsa) a nivelde vivero*. Quevedo - Los Ríos - Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2014). *Una huerta para todos*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/3/a-i3846s.pdf>
- Osorio, Cervantes,Torres, Sánchez y Simba. (2010). Caracterización del cultivo de balsa (*Ochroma pyramidale*) en la provincia de Los Rios - Ecuador. *Ciencia y tecnologia*, 7-11.
- Padilla, E. (2014). Proyecto de pre-factibilidad para exportar balsa. *Ingeniero en comercio Exterior e integracion* . Universidad Tecnologica equinoccial, Quito-Ecuador.
- Quilumba, C. L. (2016 p. 33-34). *Evaluación de diferentes sustratos en viveros de cacao (Theobroma cacao)*. Quevedo – Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Ramírez, M. T. (2018). Caracterización de sustratos orgánicos en la producción de *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Avances en Investigacion Agropecuaria*, 11.
- Ramos y Terry . (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Scielo*, 35.

- Rizo. (24 de julio de 2013). *Hortalizas*. Obtenido de Clasificaciones de sustratos de Cultivos: <https://www.hortalizas.com/horticultura-protegida/clasificaciones-de-sustratos-de-cultivos/#:~:text=Seg%C3%BAn%20sus%20propiedades%2C%20clasificamos%20a,nutrientes%20por%20parte%20del%20sustrato.&text=o%20sil%C3%ADcea%2C%20grava%2C%20roca%20volc%C3%A1nica>
- Rizo. (6 de julio de 2016). *Hortalizas*. Obtenido de Características de los principales sustratos para la producción protegida de alimentos: <https://www.hortalizas.com/horticultura-protegida/en-busca-del-sustrato-ideal/>
- Sandoval M, Zapata M, Celis J, Quezada C, Capulín . (2013). *Efecto de la aplicación de fibra de coco (Cocos nucifera L.) en el almacenamiento y eficiencia del uso del agua en un Alfisol, sembrado con ballica (Lolium multiflorum L.) y en la toxicidad en lechuga (Lactuca sativa L.)*. México: Artículo informativo.
- Silvo, S. (31 de marzo de 2015). *Agriculturers Red de Especialistas en Agricultura*. Obtenido de Conoce los tipos de sustrat para tu cultivo hidróponico : <https://agriculturers.com/conoce-los-tipos-de-sustrato-para-tu-cultivo-hidroponico/>
- SIPI. (14 de junio de 2012 p.22). *Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria*. Obtenido de Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria: http://www.sipi.siteal.iipe.unesco.org/sites/default/files/sipi_normativa/ecuador_ley_organica_del_regimen_de_la_soberania_alimentaria_2009.pdf

- Ureña, C. P. (2011 p. 27). *Evaluación del efecto de sustratos contaminados con hidrocarburos, sustratos biorremediado y sustratos no contaminado en el desarrollo de le teca (Tectona grandis) y balsa (Ochroma pyramidale) en el canton Joya de los Sachas provincia de Orellana*. Riobamba - Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Valverde, A. (2 de diciembre de 2007). *Scientia et Technica Año XII*. Obtenido de Análisis comparativo de las características fisicoquímicas de la cáscara de arroz: <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/4055>
- Villafuerte y Miranda . (2016). *Evaluación agronómica de plántulas de pachaco (schizolobium parahybum), cedro de montaña (cedrela montana), yguachapelí (pseudosamanea guachapele), utilizando tres sustratos y dos tiempos de inmersión en ácido giberélico, en el Cantón Echeandía*. Proyecto de Investigación, Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Guaranda Ecuador.

9. Anexo



Figura 1 . A B, C sustratos (suelo agrícola + compost+ cascarilla de arroz)
Cacao, 2021



Figura 2. A, B, C Suelo agrícola + bocashi + cascarilla de café
Cacao, 2021



A



B



C

Figura 3. A, B, C Suelo agrícola + bocashi + arena
Cacao, 2021



A



B



C

Figura 4. A, B, C Fibra de coco + suelo agrícola + arena
Cacao, 2021



Figura 5. Referencia satelital del lugar del ensayo Cacao, 2021

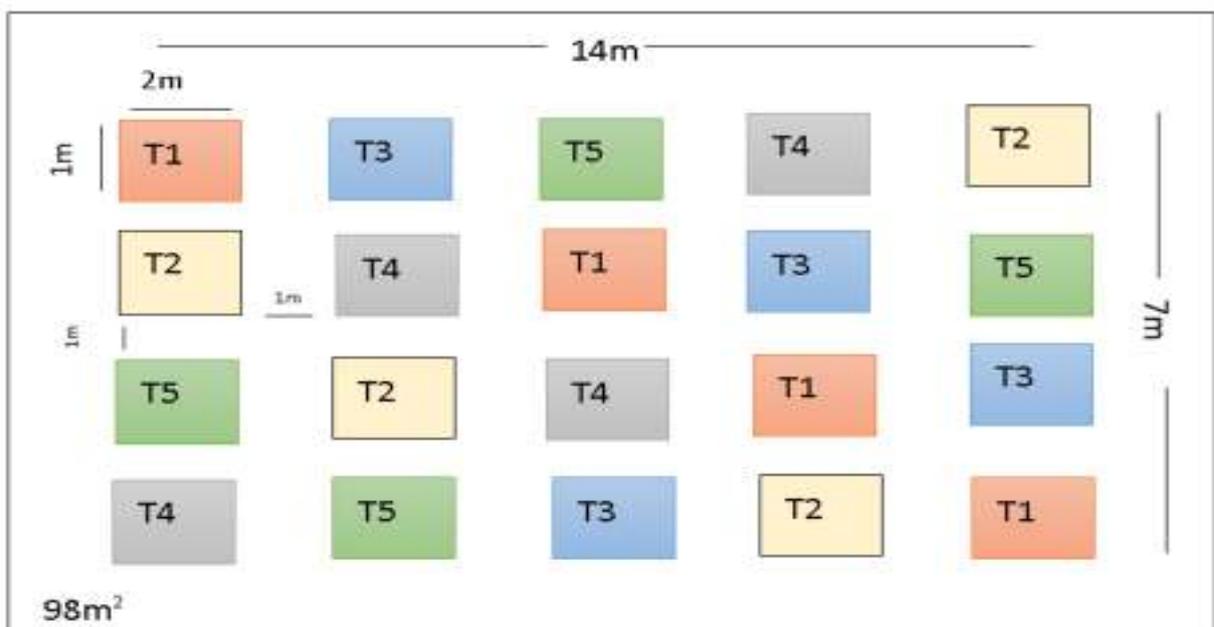


Figura 6. Croquis del diseño experimental Cacao, 2021



Figura 9. Análisis inicial del tratamiento #3 Laboratorio INIAP, 2021

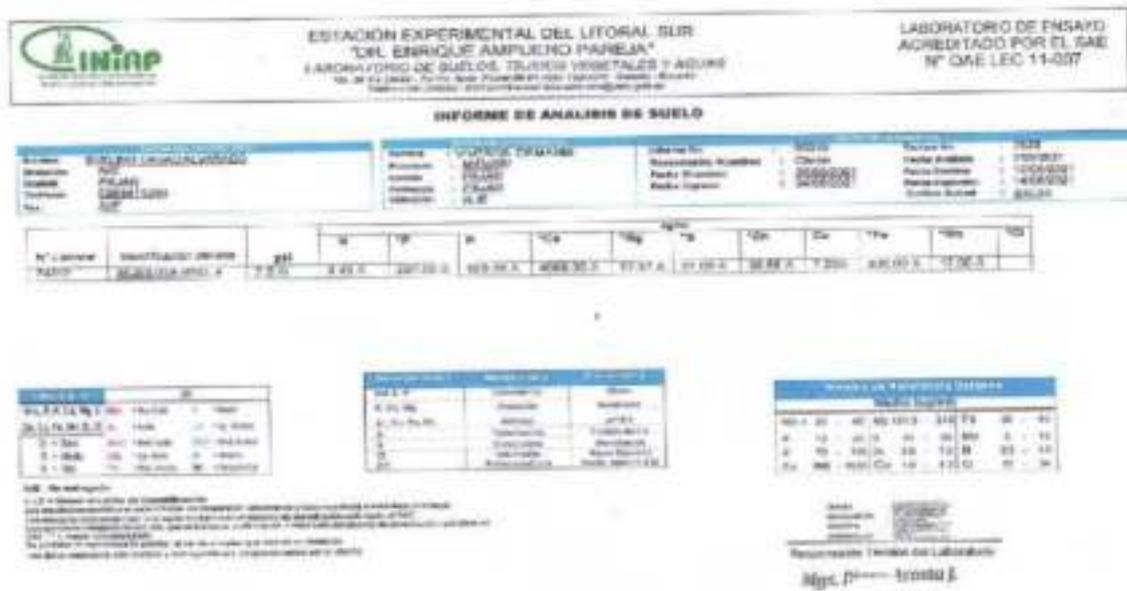


Figura 10. Análisis Inicial del tratamiento # 4 Laboratorio INIAP, 2021



Figura 11. Análisis inicial del tratamiento #5
Laboratorio INIAP, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Densidad aparente	20	0,87	0,80	4,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,20	7	0,03	11,93	0,0001
Tratamientos	0,20	4	0,05	20,69	<0,0001
Repeticiones	1,8E-03	3	5,9E-04	0,25	0,8588
Error	0,03	12	2,4E-03		
Total	0,23	19			

Figura 12. Densidad aparente
Cacao, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
D. real	20	0,77	0,64	6,57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,67	7	0,10	5,83	0,0040
Tratamientos	0,64	4	0,16	9,74	0,0010
Repeticiones	0,03	3	0,01	0,62	0,6143
Error	0,20	12	0,02		
Total	0,87	19			

Figura 13. Densidad real
Cacao, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Porosidad	20	0,90	0,84	6,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1149,35	7	164,19	15,44	<0,0001
Tratamientos	1143,20	4	285,80	26,88	<0,0001
Repeticiones	6,15	3	2,05	0,19	0,8993
Error	127,60	12	10,63		
Total	1276,95	19			

Figura 14. Porosidad
Cacao, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	20	0,34	0,00	2,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,14	7	0,02	0,87	0,5587
Tratamientos	0,06	4	0,02	0,71	0,6008
Repeticiones	0,07	3	0,02	1,07	0,3970
Error	0,27	12	0,02		
Total	0,41	19			

Figura 15. pH
Cacao, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nitrogeno	20	0,90	0,84	5,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	23,63	7	3,38	15,10	<0,0001	
Tratamientos	23,50	4	5,88	26,28	<0,0001	
Repeticiones	0,13	3	0,04	0,19	0,8993	
Error	2,68	12	0,22			
Total	26,32	19				

Figura 16. Nitrógeno
Cacao, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Fosforo	20	0,27	0,00	1,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	106,90	7	15,27	0,64	0,7155	
Tratamientos	30,91	4	7,73	0,32	0,8563	
Repeticiones	75,98	3	25,33	1,06	0,4011	
Error	285,94	12	23,83			
Total	392,83	19				

Figura 17. Fosforo
Cacao, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Potasio	20	0,28	0,00	1,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	270,50	7	38,64	0,68	0,6891	
Tratamientos	51,70	4	12,93	0,23	0,9183	
Repeticiones	218,80	3	72,93	1,28	0,3262	
Error	684,70	12	57,06			
Total	955,20	19				

Figura 18. Potasio
Cacao, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de plántulas	20	0,86	0,78	10,25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,01	7	1,43	10,90	0,0002
Tratamientos	9,84	4	2,46	18,75	<0,0001
Repeticiones	0,17	3	0,06	0,44	0,7280
Error	1,57	12	0,13		
Total	11,59	19			

Figura 19. Longitud de plántulas
Cacao, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro de las plántulas ..	20	0,93	0,89	11,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,59	7	0,08	22,04	<0,0001
Tratamientos	0,58	4	0,14	37,75	<0,0001
Repeticiones	0,01	3	4,1E-03	1,08	0,3943
Error	0,05	12	3,8E-03		
Total	0,64	19			

Figura 20. Diámetro de plantas a los 45 días
Cacao, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro de las plántulas ..	20	0,89	0,83	10,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,45	7	0,06	14,35	0,0001
Tratamientos	0,44	4	0,11	24,46	<0,0001
Repeticiones	0,01	3	3,9E-03	0,87	0,4850
Error	0,05	12	4,5E-03		
Total	0,50	19			

Figura 21. Diámetro de planta a los 60 días
Cacao, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de Inserción de la ..	20	0,73	0,58	10,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20,41	7	2,92	4,74	0,0092
Tratamientos	19,72	4	4,93	8,01	0,0022
Repeticiones	0,69	3	0,23	0,38	0,7726
Error	7,39	12	0,62		
Total	27,80	19			

Figura 22. Altura de inserción de planta
Cacao, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de hojas 15 días	20	0,66	0,46	15,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,25	7	1,04	3,36	0,0318
Tratamientos	6,70	4	1,68	5,43	0,0099
Repeticiones	0,55	3	0,18	0,59	0,6305
Error	3,70	12	0,31		
Total	10,95	19			

Figura 23. Numero de hojas.
Cacao, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de hojas 30 días	20	0,69	0,52	12,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,80	7	0,97	3,89	0,0193
Tratamientos	5,80	4	1,45	5,80	0,0078
Repeticiones	1,00	3	0,33	1,33	0,3096
Error	3,00	12	0,25		
Total	9,80	19			

Figura 24. Numero de hojas a los 30 días
Cacao, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud del sistema radic..	20	0,56	0,30	10,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,38	7	1,20	2,17	0,1136
Tratamientos	6,25	4	1,56	2,84	0,0723
Repeticiones	2,13	3	0,71	1,29	0,3230
Error	6,61	12	0,55		
Total	14,98	19			

Figura 25. Longitud del sistema radicular
Cacao, 202

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Volumen del sistema radicu..	20	0,73	0,58	10,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,38	7	0,05	4,70	0,0095
Tratamientos	0,36	4	0,09	7,83	0,0024
Repeticiones	0,02	3	0,01	0,52	0,6787
Error	0,14	12	0,01		
Total	0,51	19			

Figura 26. Volumen radicular 40 días
Cacao, 2021

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Volumen del sistema radicu..	20	0,60	0,37	10,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,94	7	0,28	2,57	0,0724
Tratamientos	1,70	4	0,42	3,94	0,0288
Repeticiones	0,24	3	0,08	0,74	0,5477
Error	1,29	12	0,11		
Total	3,23	19			

Figura 27. Volumen radicular 60 días
Cacao, 2021



Figura 28. Proceso de germinación.



Figura 29. Proceso de germinación.
Cacao, 2021



Figura 30. Limpieza de vivero
Cacao, 2021



Figura 31. Mezcla del sustrato
Cacao, 2021



Figura 32. Llenado de fundas.
Cacao, 2021



Figura 33. Tratamientos.
Cacao, 2021



Figura 35. Aplicación fertilizante.
Cacao, 2021



Figura 34. Antes de ser trasplantada.
Cacao, 2021



Figura 36. Trasplante de balsa Cacao, 2021



Figura 37. diferentes bloques Cacao, 2021



Figura 38. Riego Cacao, 2021



Figura 39. Tratamientos Cacao, 2021



Figura 40. Volumen de raíz inicial
Cacao, 2021



Figura 41. Volumen de raíz
Cacao, 2021



Figura 43. Toma de variables, números
de hojas.
Cacao, 2021



Figura 42. Medición de volumen de Raíz.
Cacao, 2021



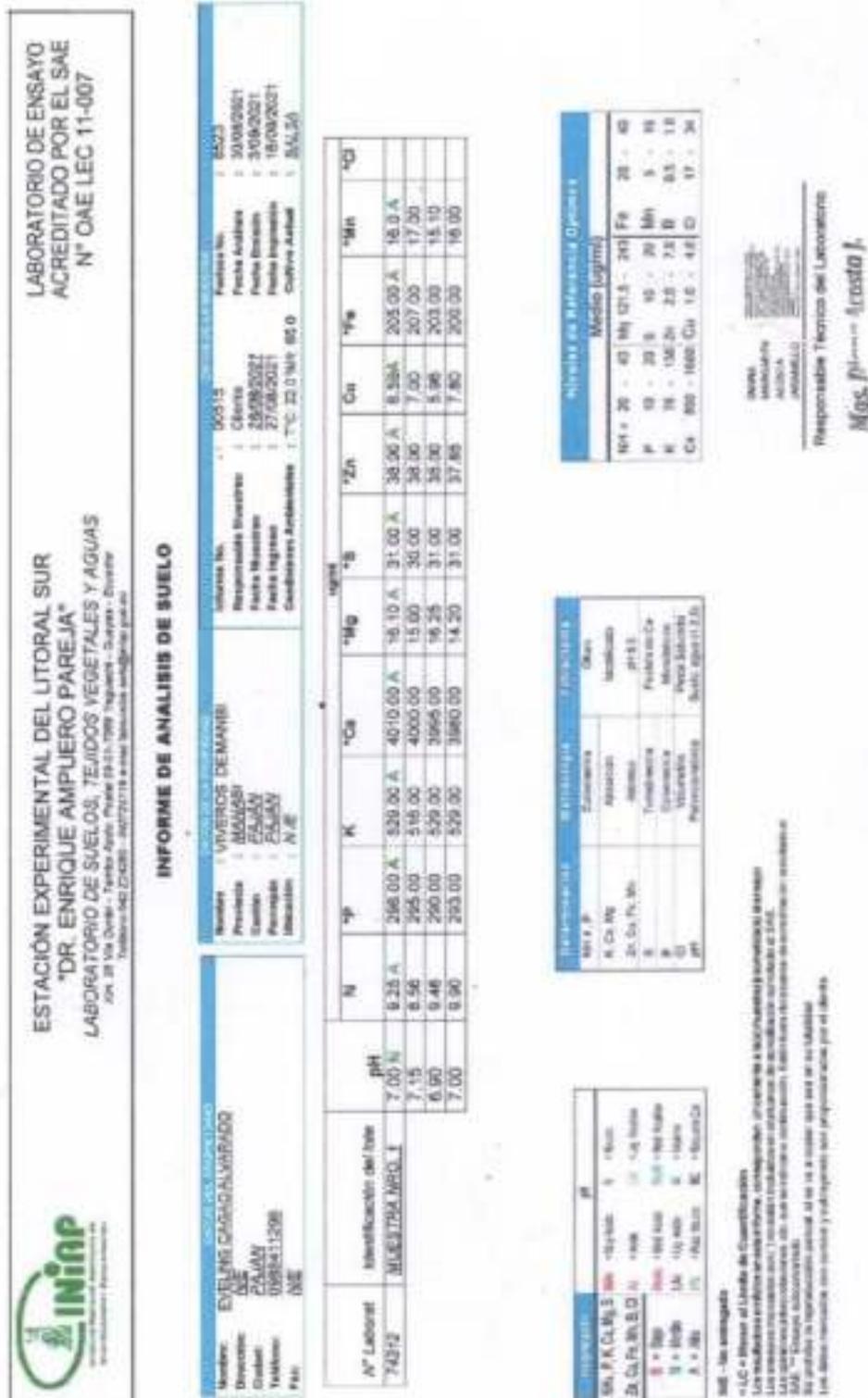
Figura 44. Densidad real y densidad aparente Cacao, 2021

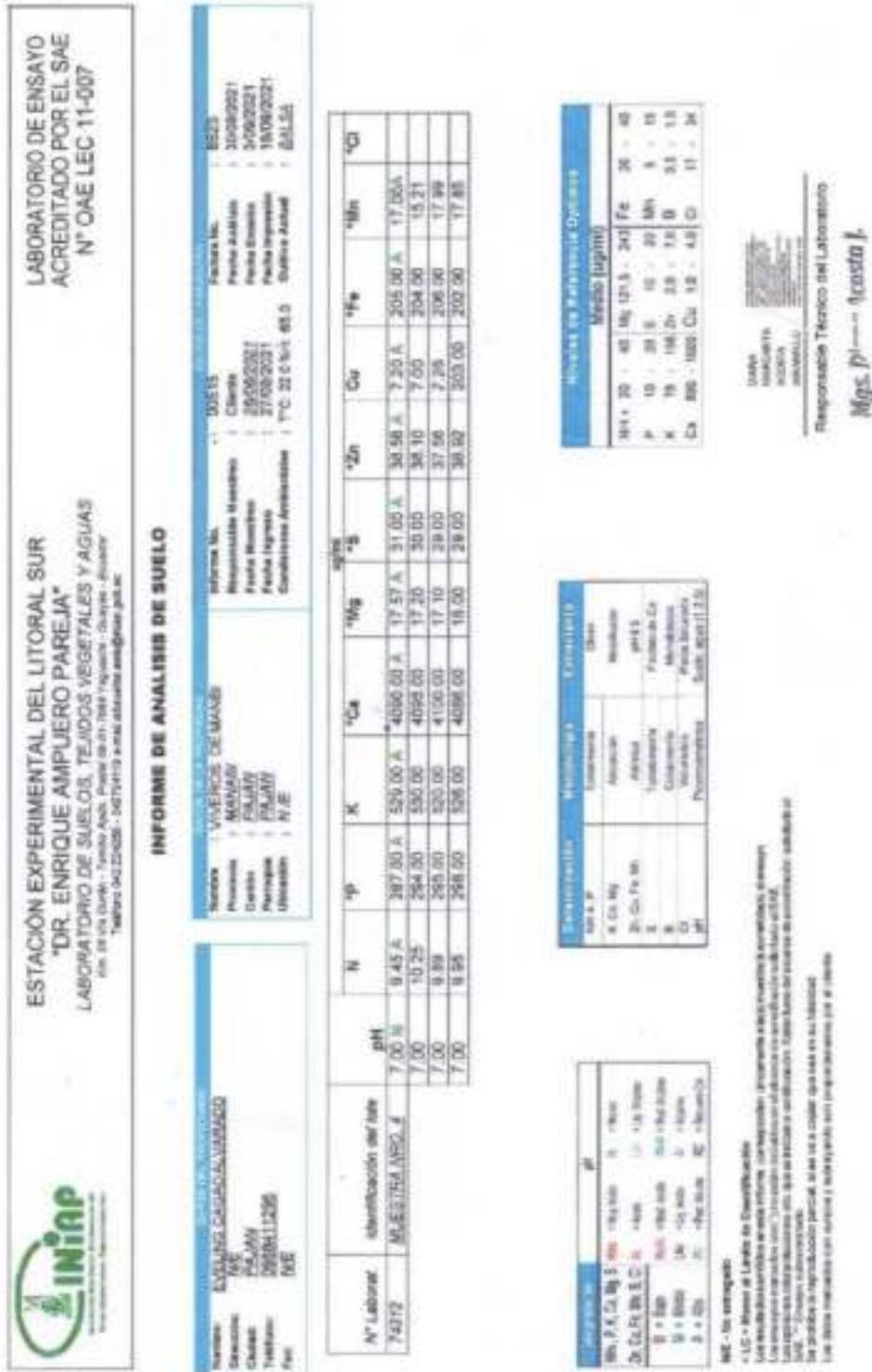


Figura 45. Visita del director de tesis Cacao, 2021



Figura 46. visita del tutor Cacao, 2021





ME - los estragos

• LC = Límite de Lucha de Descontaminación

• Los resultados obtenidos en esta informe, corresponden a los resultados de los análisis de muestra.

• Los valores de referencia son los establecidos en el Anexo 1 del Reglamento de Control de Calidad de Suelos.

• Los valores de referencia son los establecidos en el Anexo 1 del Reglamento de Control de Calidad de Suelos.

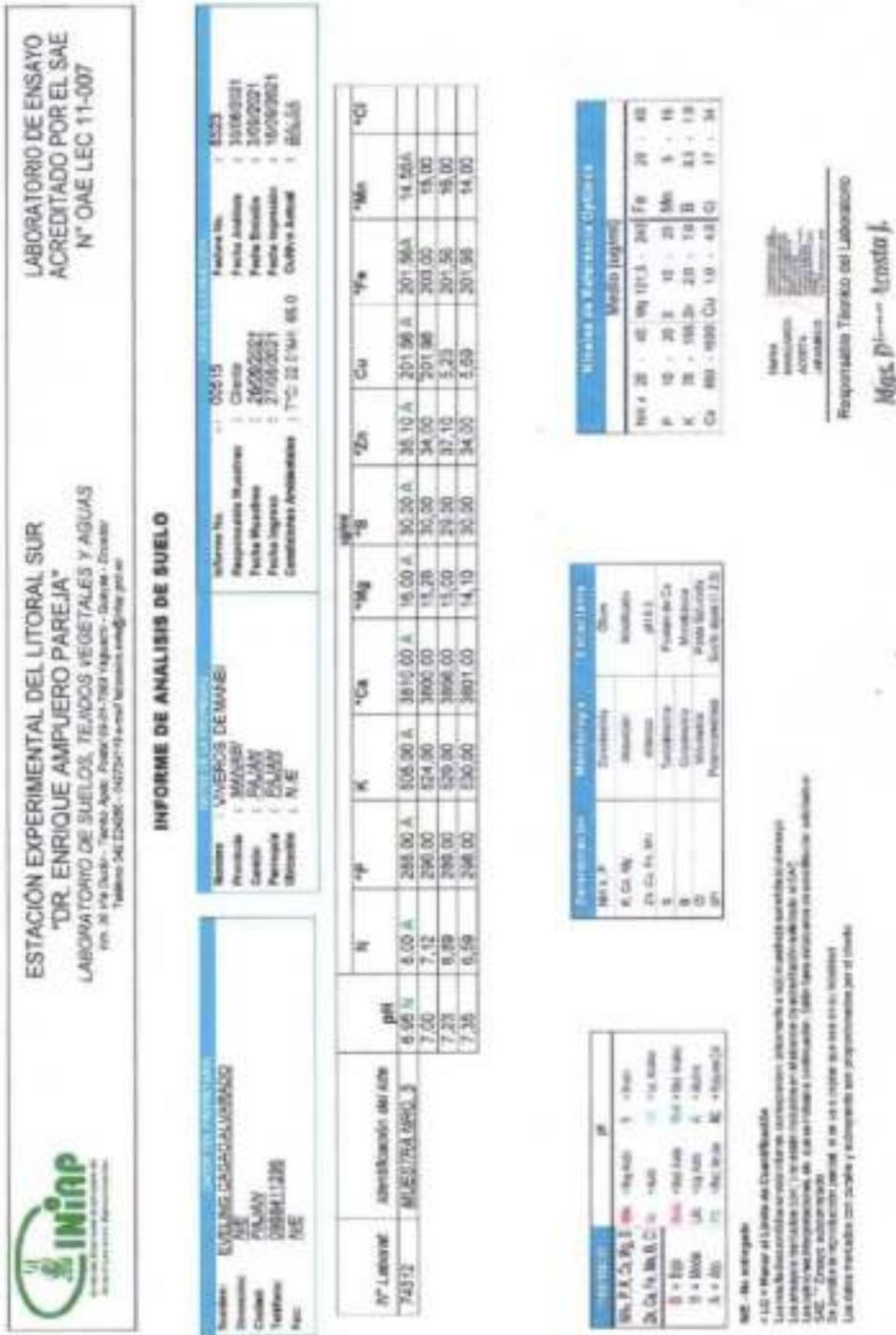
• Los valores de referencia son los establecidos en el Anexo 1 del Reglamento de Control de Calidad de Suelos.

• Los valores de referencia son los establecidos en el Anexo 1 del Reglamento de Control de Calidad de Suelos.

LABORATORIO
 INIAP
 QUITO
 ECUADOR

Responsable Técnico del Laboratorio
Mgs. P. Acosta J.

Figura 49. Análisis de sustrato previo a finalización T# 3 Laboratorio INIAP, 2021



CONDICIONES DE MUESTREO:

Horario: 06:00 - 18:00

Temperatura: 22.5 °C

Humedad: 65.0 %

Velocidad del viento: 0.0 m/s

Presión atmosférica: 1013.25 hPa

ANÁLISIS DE ELEMENTOS:

Elemento	Unidad	Resultado	Unidad	Resultado
N	mg/kg	0.00	mg/kg	16.00
P	mg/kg	245.00	mg/kg	15.28
K	mg/kg	505.00	mg/kg	15.00
Ca	mg/kg	3810.00	mg/kg	14.10
Mg	mg/kg	16.00	mg/kg	30.50
Zn	mg/kg	30.50	mg/kg	34.00
Cu	mg/kg	30.10	mg/kg	37.10
Mn	mg/kg	201.96	mg/kg	201.96
Cl	mg/kg	14.56	mg/kg	15.00

ANÁLISIS DE ELEMENTOS TRAZA:

Elemento	Unidad	Resultado	Unidad	Resultado
As	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Co	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Cr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Pb	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Ag	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Cd	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Al	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Fe	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Mn	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Ni	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Se	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Si	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Sr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
V	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
W	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Xe	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Y	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Zr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00

ANÁLISIS DE ELEMENTOS MAYORA:

Elemento	Unidad	Resultado	Unidad	Resultado
As	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Co	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Cr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Pb	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Ag	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Cd	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Al	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Fe	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Mn	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Ni	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Se	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Si	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Sr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
V	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
W	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Xe	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Y	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Zr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00

ANÁLISIS DE ELEMENTOS MENORA:

Elemento	Unidad	Resultado	Unidad	Resultado
As	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Co	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Cr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Pb	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Ag	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Cd	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Al	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Fe	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Mn	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Ni	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Se	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Si	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Sr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
V	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
W	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Xe	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Y	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Zr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00

ANÁLISIS DE ELEMENTOS MENORA:

Elemento	Unidad	Resultado	Unidad	Resultado
As	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Co	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Cr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Pb	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Ag	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Cd	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Al	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Fe	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Mn	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Ni	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Se	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Si	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Sr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
V	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
W	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Xe	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Y	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Zr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00

ANÁLISIS DE ELEMENTOS MENORA:

Elemento	Unidad	Resultado	Unidad	Resultado
As	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Co	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Cr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Pb	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Ag	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Cd	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Al	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Fe	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Mn	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Ni	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Se	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Si	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Sr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
V	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
W	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Xe	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Y	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Zr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00

ANÁLISIS DE ELEMENTOS MENORA:

Elemento	Unidad	Resultado	Unidad	Resultado
As	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Co	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Cr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Pb	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Ag	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Cd	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Al	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Fe	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Mn	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Ni	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Se	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Si	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Sr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
V	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
W	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Xe	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Y	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Zr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00

ANÁLISIS DE ELEMENTOS MENORA:

Elemento	Unidad	Resultado	Unidad	Resultado
As	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Co	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Cr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Pb	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Ag	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Cd	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Al	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Fe	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Mn	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Ni	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Se	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Si	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Sr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
V	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
W	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Xe	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Y	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Zr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00

ANÁLISIS DE ELEMENTOS MENORA:

Elemento	Unidad	Resultado	Unidad	Resultado
As	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Co	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Cr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Pb	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Ag	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Cd	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Al	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Fe	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Mn	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Ni	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Se	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Si	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Sr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
V	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
W	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Xe	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Y	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Zr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00

ANÁLISIS DE ELEMENTOS MENORA:

Elemento	Unidad	Resultado	Unidad	Resultado
As	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Co	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Cr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Pb	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Ag	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Cd	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Al	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Fe	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Mn	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Ni	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Se	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Si	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Sr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
V	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
W	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Xe	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Y	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Zr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00

ANÁLISIS DE ELEMENTOS MENORA:

Elemento	Unidad	Resultado	Unidad	Resultado
As	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Co	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Cr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Pb	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Ag	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Cd	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Al	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Fe	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Mn	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Ni	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Se	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Si	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Sr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
V	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
W	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Xe	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Y	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00
Zr	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00

ANÁLISIS DE ELEMENTOS MENORA:

Elemento	Unidad	Resultado	Unidad	Resultado
As	mg/kg	0.00	mg/kg	

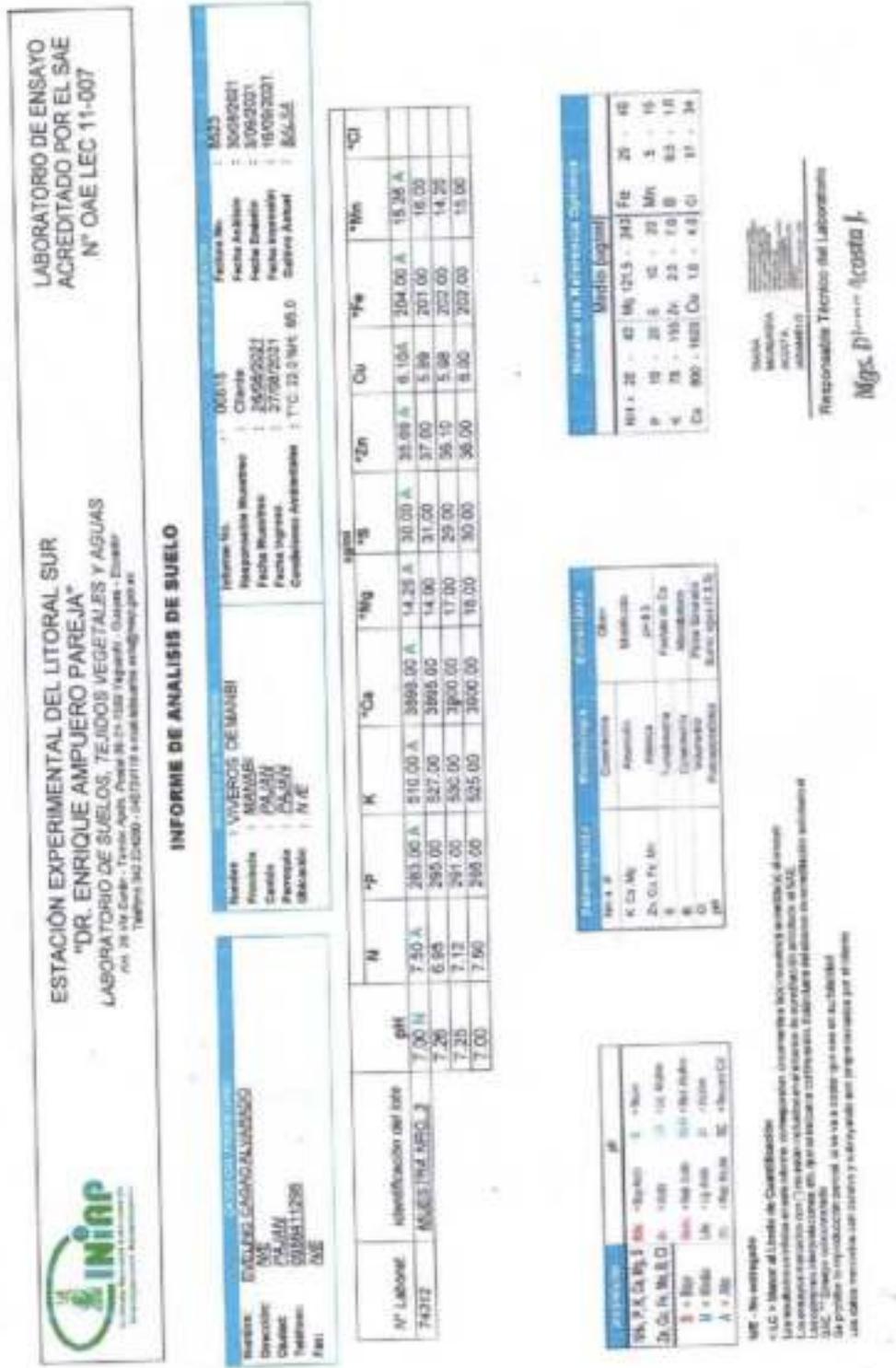


Figura 51. Análisis de sustrato previo a finalización T# 5 Laboratorio INIAP, 2021