



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

**Trabajo de Titulación - Modalidad Proyecto de
Investigación**

Título:

“Determinación del enraizamiento de patrones de cacao (*Theobroma cacao*
L.) En diferentes tipos de sustratos en la finca Tigrillo de la ULEAM
Extensión Chone.”

Autor:

Bure Barcia Alexander David

Unidad Académica:

Extensión Chone

Carrera:

Agropecuaria

Tutor:

Ing. José Luis Brito Jurado.

Enero del 2025

Chone – Manabí - Ecuador

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. José Luis Brito Jurado; docente de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión Chone, en calidad de Tutor.

CERTIFICO:

Que el presente proyecto de investigación con el título: "Determinación del enraizamiento de patrones de cacao (*Theobroma cacao L.*) en diferentes tipos de sustratos en la Finca Tigrillo de la ULEAM Extensión Chone" ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, está listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opciones y conceptos vertidos en este documento son fruto de la perseverancia y originalidad de su autor: Bure Barcia Alexander David.

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, enero del 2025



Ing. José Luis Brito Jurado

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien se suscribe al presente:

Sr. Bure Barcia Alexander David

Estudiante de la Carrera de **Ingeniería Agropecuaria**, declaro bajo juramento que el presente proyecto de investigación cuyo título: "Determinación del enraizamiento de patrones de cacao (*Theobroma cacao L.*) en diferentes tipos de sustratos en la Finca Tigrillo de la ULEAM Extensión Chone", previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Chone, enero del 2025



Sr. Bure Barcia Alexander David

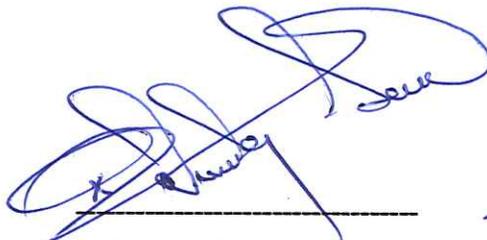
CI.070674540- 3

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

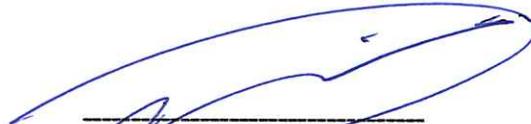
Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad proyecto de investigación, titulado: “**Determinación del enraizamiento de patrones de cacao (*Theobroma cacao L.*) en diferentes tipos de sustratos en la Finca Tigrillo de la ULEAM Extensión Chone.**” de su autor: Bure Barcia Alexander David de la Carrera “**Agropecuaria**”, y como Tutor del Trabajo el Ing. José Luis Brito Jurado.

Chone, enero del 2025



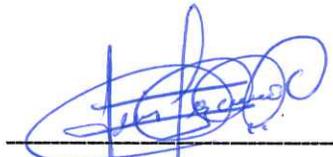
LIC. ROCÍO BERMÚDEZ CEVALLOS, MG.

DECANA



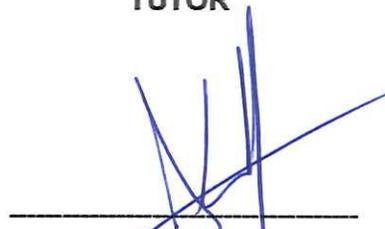
ING. JOSÉ LUIS BRITO JURADO, MG.

TUTOR



ING. JESÚS MACARIO FIGUEROA, MG.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



ING. JUAN RAMÓN MOREIRA SALTOS, MG.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



LIC. INDIRA ZAMBRANO CEDEÑO.

SECRETARIA

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer a Dios, sin él no sería esto posible por ser mi protector, mi fortaleza y mi sabiduría, gracias por bendecir mi camino y permitir que este logro sea una realidad. Todo lo que he alcanzado es gracias a su amor infinito.

A mi familia, por su amor incondicional y apoyo constante. Sus palabras de aliento y su fe en mí han sido el pilar fundamental que me ayudo con la fortaleza para superar cada obstáculo. Son mi mayor inspiración y mi refugio en todo momento.

Al Ing. José Luis Brito Jurado, mi tutor, por su dedicación, conocimiento, compromiso y guía invaluable. Sus observaciones y orientación fueron clave para el desarrollo exitoso de este trabajo. Su paciencia y apoyo marcaron una diferencia significativa en este proceso.

A mi pareja Valeria Moreira, quien estuvo siempre a mi lado para ayudarme y darme la mano en todo momento con su apoyo y su amor invaluable llegó a mi vida darme mucha felicidad y ganas de salir adelante y progresar. Gracias por tu amor, comprensión y por estar a mi lado en cada paso de este viaje. Tu presencia ha sido un recordatorio constante de que juntos podemos superar cualquier adversidad.

A María Zambrano y Pablo Moreira por ser como mis segundos padres muchas gracias por acogerme en su hogar y darme todo su cariño y apoyo, también Alejandro Muñoz por siempre ser un gran amigo por sus consejos y siempre darme la mano cuando más lo necesitaba

A mis compañeros, por el compañerismo y los momentos compartidos. Gracias por demostrarme que el apoyo mutuo y el trabajo en equipo son fundamentales para superar cualquier desafío.

Bure Barcia Alexander David

AUTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis con todo mi amor y gratitud a Dios y a mis amados padres, Magaly Barcia y David Bure, quienes con su ejemplo, amor, consejos y sacrificio me han enseñado el valor del esfuerzo por algo que anhelas, la perseverancia y la resiliencia. Su guía y apoyo han sido la luz que me ha conducido hasta este logro.

A mi abuelita Luz Salazar y a mi tío Cesar Quizhpe que es como un hermano para mí, que gracias a su compañía, cariño y buenos momentos sigo a delante para ser alguien en la vida

A mis sobrinos Santiago y Sebastián Loaiza, que son mi mayor inspiración y el motor que impulsa cada uno de mis días. Este esfuerzo es para ustedes, para demostrarles que tienen que luchar por sus sueños con dedicación y esfuerzo.

A mis hermanos, Cristhian y Gabriela Bure por su apoyo constante, sus palabras de aliento y por ser siempre un refugio en los momentos más difíciles.

También a mis fieles compañeros de vida mis dos perritos Shoto y Lucas y mis cinco gatitos: kira, eevee, oreo, manchas y misty quienes, con su amor incondicional, alegría y compañía han sido un pilar fundamental en este camino. A ustedes, mis adorados amigos peludos, que, con sus miradas llenas de ternura, sus travesuras y su lealtad infinita, han transformado mis días y me han recordado la importancia de la simplicidad y el amor puro.

Por último, pero no menos importante, al ingeniero Jorge Christian Chiles Velepucha por todos sus conocimientos, buenos consejos y ser un gran ejemplo a seguir si no fuera por usted no estaría a un paso de ser ingeniero

A cada uno de ustedes les dedico este logro, que no es solo mío, sino también el reflejo del amor, la fortaleza y los valores que me han inculcado. Gracias por ser mi motivación y mi razón de ser.

Bure Barcia Alexander David

AUTOR

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar el sustrato que favorece el desarrollo radicular y patrones más vigorosos en (*Theobroma cacao L.*). Este cultivo es esencial para la economía de las fincas de la región costera de Ecuador. A pesar de la diversidad de recomendaciones sobre los sustratos, aún no existen pruebas científicas que validen estas prácticas. El cacao ecuatoriano es un producto de alta demanda tanto nacional como internacional, lo que subraya la importancia de mejorar las condiciones de crecimiento para obtener plantas más resistentes y productivas.

También la investigación se enfoca en cuatro tipos de sustratos: tierra negra de monte, combinaciones de tierra negra con humus, tierra negra con cascarilla de arroz, y humus con cascarilla de arroz. El estudio busca establecer el mejor sustrato para obtener patrones de cacao vigorosos. Los resultados indican que el sustrato compuesto por 80% de humus y 20% de cascarilla de arroz (T3) promovió el mayor crecimiento radicular en comparación con los otros tratamientos. Estos hallazgos respaldan la teoría de que los sustratos con alta materia orgánica favorecen el desarrollo de raíces en plántulas de cacao, lo que potencialmente mejora la producción y calidad del cultivo en condiciones controladas.

PALABRAS CLAVES

Sustrato, *Theobroma cacao L.*, desarrollo radicular, humus.

ABSTRACT

The research aims to determine the substrate that favors root development and more vigorous patterns in (*Theobroma cacao L*). This crop is essential to the economy of farms in Ecuador's coastal region. Despite the diversity of substrate recommendations, there is still no scientific evidence to validate these practices. Ecuadorian cocoa is a product of high demand both nationally and internationally, which underscores the importance of improving growing conditions to obtain more resistant and productive plants.

The research also focuses on four types of substrates: black forest soil, combinations of black soil with humus, black soil with rice husks, and humus with rice husks. The study seeks to establish the best substrate to obtain vigorous cocoa rootstocks. The results indicate that the substrate composed of 80% humus and 20% rice husks (T3) promoted the highest root growth compared to the other treatments. These findings support the theory that substrates with high organic matter favor root development in cocoa seedlings, potentially improving crop yield and quality under controlled conditions.

KEYWORDS

Substrate, *Theobroma cacao L*, root development, humus.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	V
RESUMEN.....	VI
PALABRAS CLAVES.....	VI
ABSTRACT.....	VII
KEYWORDS.....	VII
ÍNDICE	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	IX
ÍNDICE DE TABLAS	IX
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	2
1. DEFINICIONES.....	2
1.1 Enraizamiento de patrones de cacao	2
1.2 Sustrato	3
1.3 Tipos de sustratos.....	4
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	9
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y/O PRODUCTO ALCANZADO	13
CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	21
4.1. CONCLUSIONES	21
4.2. RECOMENDACIONES.....	21
BIBLIOGRAFÍA.....	23
ANEXOS.....	28

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.- Desviación estándar de longitud de raíz.	13
Gráfico 2.- Desviación estándar del ancho de la raíz.	15
Gráfico 3.- Desviación estándar de la cantidad de pelos radiculares.	16
Gráfico 4.- Desviación estándar del peso de la raíz.	18

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Materiales.....	11
Tabla 2.- Longitud de la raíz.	13
Tabla 3.- Ancho de la raíz.....	14
Tabla 4.- Cantidad de pelos radiculares.	16
Tabla 5.- Peso de la raíz.....	17
Tabla 6. Análisis de suelo T0 (tierra negra de monte).....	18
Tabla 7.- Análisis de textura T0.	18
Tabla 8.- Análisis de suelo T1(tierra negra 80%+humus 20%).	19
Tabla 9.- Análisis de textura T1.	19

INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta investigación es determinar cuál es el sustrato que genera mayor desarrollo radicular y patrones más vigorosos de cacao (*Theobroma cacao L.*), la producción de cacao es el pilar fundamental de las fincas en la región de la costa, ya que genera ingresos considerables para los agricultores (Cahuana, 2021).

Actualmente, hay diferentes recomendaciones sobre el sustrato adecuado para la germinación de la semilla de cacao y desarrollo de los patrones, pero ninguna ha sido probada científicamente (Velarcazar, 2019).

El cacao es un cultivo de gran importancia para el Ecuador gracias a su demanda nacional e internacional, por lo que es importante definir cuáles son las mejores condiciones para la producción de plantas de cacao vigorosas y resistentes (Velarcazar, 2019).

En el Ecuador, existe poca investigación sobre el sustrato adecuado para la producción de plantines de cacao. Los agricultores utilizan diferentes combinaciones de insumos para preparar el sustrato, pero estas prácticas no están estandarizadas. Esta investigación ayuda a estandarizar las proporciones de los insumos para obtener patrones uniformes, con raíces fuertes y vigorosos (Velarcazar, 2019).

Esta investigación es necesaria porque ayuda a los agricultores a aprovechar los insumos que tienen a su alcance para preparar un sustrato de calidad. Además, esta investigación contribuirá al desarrollo del conocimiento sobre el cacao y los patrones a injertar y al desarrollo de los sectores productivos de este cultivo (Castillo, 2011).

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1. DEFINICIONES

1.1 Enraizamiento de patrones de cacao

El cultivo de cacao, tipo nacional x trinitario considerado fino y de aroma, es cada vez más afectado por la erosión genética en Ecuador, cada año son más hectáreas ocupadas por clones de alta producción como el CCN-51, propiciando una vulnerable uniformidad genética y desplazando por completo genes muy valiosos para mantener la diversidad de esta especie (Marín, 2017).

En el proceso de enraizamiento, la sombra es necesaria debido a que una intensa luz solar provocaría el cierre de las estomas, se reduce el intercambio gaseoso, se pierde la turgencia en las células, se produce la foto-destrucción de las auxinas y la concentración de sustancias inhibitoras de crecimiento, y, por tanto, la muerte de las ramillas (Restrepo & González, 2006).

Hoy en día el cacao tiene una demanda inmensa a nivel mundial, y el cacao ecuatoriano al ser de fino de aroma, es muy ambicionado y esto hace que los productores busquen o creen nuevas maneras para mantener y aumentar la producción y poder cumplir las demandas.

De acuerdo con los agricultores necesitan efectuar la rehabilitación en las plantaciones de cacao por medio de plántulas por estacas, los enraizantes surgen como una alternativa para brindar una mejor adaptabilidad y viabilidad de producción de las plántulas que se comercializan en viveros (Mora, 2018).

El método de injertación consiste en unir una rama o una yema (injerto) a un patrón o porta injerto que es reproducido por semilla o enraizado, con el objetivo de que el cambium del injerto y del patrón queden en íntimo contacto; de esta manera, los nuevos tejidos provenientes de la división celular de ambos quedan unidos y permiten el transporte de agua y nutrientes a través de la unión (Mata, 2006).

Existen diversos factores que influyen en el enraizamiento de estacas de cacao, entre ellos resaltan la edad de las varetas, la superficie foliar, la intensidad luminosa, temperatura, humedad relativa y el tipo y la eficacia del enraizante (Egüez Enriquez, 2010).

El término "enraizamiento" se refiere al crecimiento de las raíces de las plantas a lo largo de su ciclo de vida. El enraizamiento es fundamental en las primeras semanas de crecimiento porque las raíces son las encargadas de proporcionar a la planta el soporte, agua y nutrientes que necesita desde el principio.

El enraizamiento es fundamental en las primeras semanas de crecimiento porque las raíces son las encargadas de proporcionar a la planta el soporte, agua y nutrientes que necesita desde el principio. Si bien un buen enraizamiento es importante durante todas las etapas de crecimiento, las raíces siempre están buscando en el suelo el alimento que la planta necesita para nutrirse. Por este motivo, cuanto mayor sea la densidad radicular, mayor será la capacidad de penetración radicular y mejor nutrición tendrá la planta en todos los estados fenológicos.

1.2 Sustrato

El término sustrato describe cualquier tipo de material que no sea tierra que se puede colocar en un recipiente puro o mixto, para anclar el sistema de raíces de la planta, realizar funciones de soporte y proporcionar el agua y los nutrientes necesarios para el crecimiento vegetativo (Angulo, 2021).

En la agricultura, es importante contar con suficientes sustratos, ya que son sustitutos del suelo para apoyar el crecimiento de las plantas, por lo que interfieren directamente con el desarrollo de las plantas, así como con la adecuada absorción de nutrientes; el origen de los sustratos está en el cultivo de plantas en maceta.

Los sustratos utilizados son de origen orgánico, algunos de los cuales son fibra de coco y turba, además de sustratos de origen mineral entre ellos la perlita y la lana de roca, que son más estables, es decir, tiene la característica

de un almacenamiento más prolongado, lo que los hace más extendidos en todo el mundo (Vargas, 2021).

En la actualidad, los sustratos se utilizan en cantidad cada vez mayor en diversos campos de la agricultura; los materiales utilizados en sus composiciones pueden ser tanto inorgánicos como orgánicos, debiendo tenerse en cuenta algunas propiedades físicas y químicas asociadas al sistema de cultivo a la hora de elegir los materiales (Valencia, 2016).

Existen diversos sustitutos de los sustratos comerciales, pero debido a su alto costo e impacto ambiental, se han comenzado a utilizar diversas alternativas de materiales disponibles en el medio ambiente que pueden usarse como sustratos para reemplazar aquellos sustratos comerciales. Actualmente, varios residuos agrícolas han ganado valor agregado como sustratos, entre ellos: mesocarpio de coco, hojas de palma aceitera y diversos tipos de compost (Lopez et al., 2012).

1.3 Tipos de sustratos

Existen diferentes tipos de sustratos que se pueden clasificar según sus propiedades y los materiales utilizados.

1.3.1 Tierra negra

La tierra negra se puede formar naturalmente en áreas no perturbadas, como debajo de los árboles en áreas boscosas, donde la materia orgánica muerta continúa descomponiéndose y agregando materia orgánica a la tierra existente. El suelo no ha sido perturbado durante un año o que haya producido cultivos se puedan arar para incorporar la materia orgánica al suelo. Este proceso fertiliza el suelo y crea tierra negra si se sigue un programa regular y el suelo no se agota por los cultivos en crecimiento.

Un contenedor de compost, al que se le añade regularmente material orgánico fresco, con temperatura, humedad y aireación controladas, puede producir un suelo negro rico en nutrientes durante la temporada fértil. Las pilas de compost que contienen grandes cantidades de paja u otros materiales estructurantes se descomponen de manera eficiente, transformándose en un humus oscuro y fértil (Sarmiento, 2019).

Características

La tierra negra contiene materia orgánica que se ha descompuesto en pequeñas partículas. Esta materia orgánica mejora la textura del suelo para retener la humedad y proporcionar una buena circulación de aire, que es necesaria para el crecimiento de las raíces. El suelo se vuelve rico en nutrientes a medida que los microbios descomponen las plantas en unidades utilizables. Algunas bacterias capturan nitrógenos del aire y lo fijan en el suelo donde está disponible para las plantas.

1.3.2 Humus de lombriz

Humus de lombriz es un abono orgánico 100% natural producido a partir del compostaje de residuos orgánicos con lombrices rojas de California. Mejora la porosidad y la retención de humedad, aumenta las colonias bacterianas y la sobredosis no es un problema. Tiene las mejores propiedades y es un mejor fertilizante por sus propiedades y composición (Narvaez, 2014).

Beneficios del humus de lombriz en el suelo

- Mejora la estructura del suelo.
- Proporciona mucha nutrición.
- Mejor aireación del suelo.
- Gracias a sus propiedades retiene la humedad.
- Las semillas germinan más fácilmente.
- Aumento significativo de la flora microbiana.
- Estimula el crecimiento de las plantas y el desarrollo radicular.
- Promueve la absorción nutriente de las plantas (Bioagrotésca, 2017).

El humus de la lombriz es un abono orgánico apto para la agricultura ecológica, que aporta innumerables beneficios a mis cultivos:

- Producción incrementada.
- Aumento del tamaño de los frutos.
- Mejor índice de formación de frutos.
- Protege los cultivos de la clorosis y diversas plagas.

- Energía para el desarrollo.
- Aumentar el contenido de azúcar en las frutas (Bioagrotésca, 2017).

1.3.3 Cascarilla de arroz

Las cascarillas de arroz es el sustrato más utilizado, crudo o parcialmente carbonizado. La principal desventaja de la cascarilla de arroz es su baja capacidad de retención de agua y la dificultad para lograr una distribución uniforme (humedad) cuando se usa como único sustrato en una cama o banco. Para mejorar la retención de agua de la corteza, se debe quemar parcialmente (Calderon, 2020).

1.4 Tipos de patrones de cacao de la zona

En la provincia de Manabí, Ecuador, el cultivo de cacao es una actividad agrícola significativa. Los productores de cacao en la región emplean diversos patrones de cultivo para maximizar la producción y la calidad del cacao. A continuación, se describen algunos tipos de patrones de cacao que se encuentran comúnmente en Manabí, y son nacional Arriba (fino) y CCN-51 (corriente), (Ortega, 2019).

1.4.1 Nacional Arriba

La variedad de cacao conocida como "Nacional Arriba" es una subvariedad específica de cacao Nacional que se cultiva en ciertas regiones de Ecuador, particularmente en las zonas altas de la provincia de Manabí y otras áreas cercanas (Ortega, 2019).

El cacao Nacional Arriba es conocido por sus características de sabor distintivas, que a menudo incluyen notas florales, afrutadas y de nuez. Estas características sensoriales únicas han contribuido a su reputación como uno de los cacaos más finos y de aroma en el mundo (Castro H. U., 2022).

El cacao Nacional Arriba es una subvariedad valiosa y apreciada en la industria del chocolate, y su conservación y producción sostenible son temas clave para garantizar su continuidad y mantener la calidad distintiva que lo caracteriza (PACARI, 2022)

1.4.2 CCN-51

La variedad de cacao denominada CCN-51 es una variedad híbrida desarrollada en Ecuador con el objetivo de mejorar la productividad y resistencia a enfermedades. CCN-51 es un híbrido resultante de cruzar variedades de cacao Forastero con Trinitario. Fue desarrollado en la década de 1960 en el Centro de Investigación en Ciencias Naturales (CENICAFE) en Colombia. Aunque se originó en Colombia, ha sido ampliamente adoptado en Ecuador, especialmente en regiones donde las condiciones climáticas son desafiantes para otras variedades de cacao (Castro H. , 2021).

La principal característica de CCN-51 es su alta productividad. Los árboles de esta variedad tienden a producir más vainas y granos de cacao en comparación con otras variedades. Esto ha llevado a su popularidad entre los agricultores que buscan aumentar la eficiencia de producción (Ortega, 2019).

El CCN-51 fue desarrollado con el propósito de ser resistente a enfermedades, especialmente a la moniliasis, una enfermedad fúngica común en el cacao. Además, es conocido por su capacidad para adaptarse a diversas condiciones climáticas y de suelo, lo que lo hace atractivo en regiones donde otras variedades pueden tener dificultades para prosperar (Castro H. , 2021).

Aunque CCN-51 es apreciado por su productividad, su perfil de sabor es a menudo considerado menos complejo y más ácido en comparación con variedades de cacao fino y de aroma. Esto ha llevado a ciertas críticas en la industria del chocolate de alta calidad, ya que algunos consideran que la calidad del chocolate producido con CCN-51 es inferior en comparación con ciertas variedades tradicionales (Agricultura, 2019).

A pesar de su resistencia a enfermedades, CCN-51 ha enfrentado críticas en relación con la calidad del chocolate que produce. Su introducción ha generado debates en la industria, ya que algunos chocolateros y consumidores buscan variedades de cacao con perfiles de sabor más complejos y únicos (Grind, 2019).

A pesar de las críticas, CCN-51 es ampliamente utilizado en la producción comercial de chocolate y productos de cacao, especialmente en la industria de productos asequibles. Su alta productividad y resistencia han contribuido a su popularidad en un contexto económico (Grind, 2019).

El cacao CCN-51 es una variedad que ha generado una considerable atención y debate en la industria del cacao y el chocolate. Mientras que su alta productividad y resistencia a enfermedades son ventajas evidentes, las discusiones sobre su perfil de sabor y calidad del chocolate han llevado a opiniones divididas en la comunidad chocolatera y entre los consumidores (Grind, 2019).

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.

2.1 Ubicación

La investigación se llevó a cabo en la provincia de Manabí, cantón Chone en el sitio Tigrillo en la Finca Experimental de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone, donde los tipos de sustratos tuvieron acción para determinar el desarrollo y rendimiento radicular en los patrones de cacao.

2.2 Manejo de la investigación

2.3 Población

Para la población se consideraron patrones de cacao establecidos en la Finca Experimental Tigrillo de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (1.111 u/ha), este centro de investigación permite a los estudiantes analizar los conocimientos adquiridos en el aula de clases con el fin de acercarse con lo real, en lo que tenga que ver con todas las actividades agropecuarias de la zona norte de Manabí.

2.4 Muestra

Fórmula para una población finita (Hernandez, 1997).

$$n = \frac{Z^2 pqN}{(e^2 (N-1) + Z^2 pq)}$$

$$n = \frac{((1.96)^2 (0.5) (0.5) (1111))}{((0.05)^2 (1111-1) + (1.96)^2 (0.5) (0.5))}$$

$$n = 1067.0044 / 3.7354$$

$$n = 285 \text{ plantas}$$

Donde:

n: muestra

Z₂: nivel de confianza (1- α) = 1.96

p: probabilidad de acierto (50%)

q: probabilidad de error (50%)

N: población total (en la población total se estima la población de plantas por hectárea que corresponde a 1.111)

e: error muestral = 5%

2.5 Obtención de la semilla

Se recolectaron las más grandes, vigorosas y mejores mazorcas de cacao, luego se procedió a eliminar las puntas de semillas de cacao y solo se utilizaron las del centro.

2.5.1 Preparación de los cuatro tipos de sustratos

Se procedió a obtener los diferentes tipos de sustratos para los tratamientos y se realizó la mezcla dependiendo sus porcentajes que son:

T0: Tierra negra de monte (100%)

T1: Tierra negra (80%) + humus (20%)

T2: Tierra negra (80%) + cascarilla de arroz (20%)

T3: Humus (80%) + cascarilla de arroz (20%)

2.5.2 Siembra.

Se procedió a llenar cada funda de 5x8 pulgadas con el sustrato correspondiente, luego las mejores semillas fueron sembradas en cada una de las fundas, se cubrió la semilla con más sustrato.

2.5.3 Riego y cuidado de la planta

El riego se realizó tres veces por semana, una vez que las plantas desarrollaron su follaje, se aplicó un fungicida (Oxithane) para el control de enfermedades fúngicas, a una frecuencia mensual. Además, se aplicó un fertilizante foliar (Green Master) siguiendo la misma frecuencia, con el objetivo de promover un mayor vigor y crecimiento en las plantas.

2.6 Toma de datos

2.6.1 Longitud de la raíz (cm)

La longitud de la raíz, se realizó en una mesa utilizando un flexómetro, para su determinación se midió tanto raíces principales como secundarias.

2.6.2 Ancho de la raíz (mm)

Esta medida se la tomo en las raíces principales y secundarias, con un pie de rey.

2.6.3 Cantidad de pelos radiculares (#)

Los pelos radiculares se contabilizaron y registraron con cada tipo de sustrato, en total 4 sustratos de los patrones de cacao, para determinar la media de la muestra.

2.6.4 Peso de la raíz (g)

Se utilizó una gramera donde se determinó el peso de toda la raíz en general.

2.6.5 Materiales utilizados

Para la investigación se utilizaron los siguientes materiales

Tabla 1.- Materiales

Flexómetro	 Fuente: Google
Pie de rey	 Fuente: Google

<p>Gramera</p>	 <p>Fuente: Google</p>
<p>Estilete</p>	 <p>Fuente: Google</p>

Fuente: Google.

Autor: Alexander Bure.

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y/O PRODUCTO ALCANZADO

3.1 Longitud de la raíz.

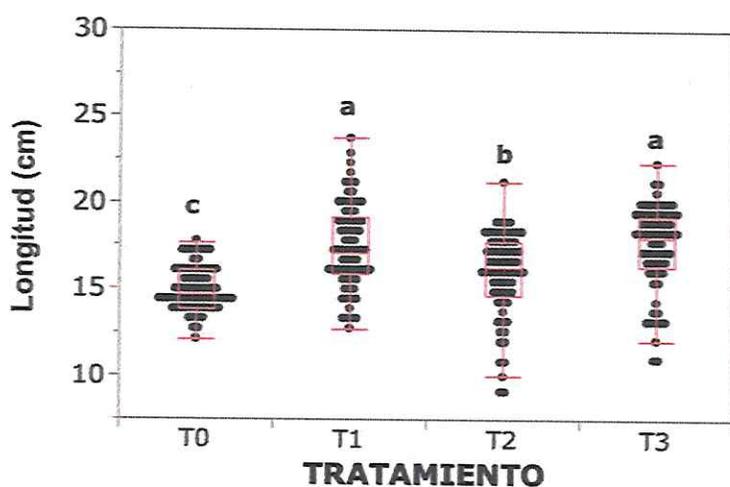
En la **tabla 2** se evidencia que el tratamiento T3 (80% humus + 20% cascarilla de arroz) promueve el mayor crecimiento de raíces (17.483 cm), siendo estadísticamente superior al tratamiento T0 (14.794 cm, tierra negra de monte). Estos resultados están alineados con el estudio realizado por (Condori, 2015), donde los sustratos ricos en materia orgánica y con buena aireación, como el humus combinado con cascarilla, favorecieron el desarrollo radicular en plántulas de cacao bajo condiciones de vivero.

Tabla 2.- Longitud de la raíz.

Tratamiento	Largo (cm)
T3	17.483 A
T1	17.332 A
T2	15.823 B
T0	14.794 C

§ T0= tierra negra de monte, T1=Tierra negra (80) + humus (20), T2= Tierra negra (80) + cascarilla de arroz (20) y T3= Humus (80) + cascarilla de arroz (20). Promedios con letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, Tukey ($p \leq 0,05$).

Gráfico 1.- Desviación estándar de longitud de raíz.



3.2 Ancho de la raíz

Los resultados de la **tabla 3** sobre el ancho de la raíz de las plantas de cacao indican diferencias significativas entre tratamientos. En particular, el tratamiento T3 (80% humus + 20% cascarilla de arroz) presentó el menor ancho promedio de raíz (1.7324 mm), lo que podría sugerir que este sustrato genera condiciones menos favorables para el desarrollo radial de las raíces en comparación con los demás. Por otro lado, los tratamientos T1, T0 y T2 no mostraron diferencias significativas entre sí, alcanzando valores superiores al de T3. Esto resalta la influencia del tipo de sustrato en las características fenotípicas de las raíces.

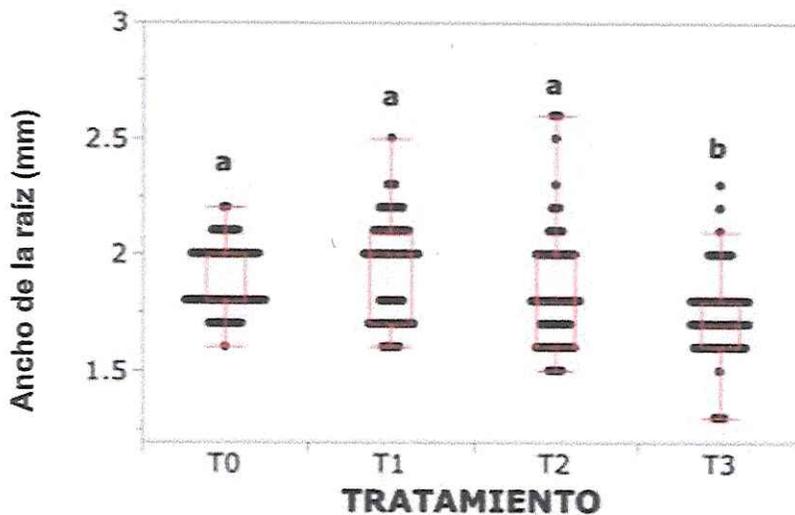
Estudios como el de (Cruzado Ocupa & Idrogo Vásquez, 2023) realizados con cacao en viveros, también destacan la importancia del sustrato en las propiedades radiculares. Los resultados allí obtenidos sugieren que sustratos que combinan cascarilla de arroz o materiales orgánicos mejoran ciertas variables de crecimiento como longitud y peso seco de raíz, pero pueden variar en sus efectos sobre el grosor dependiendo de la proporción y los componentes utilizados. Asimismo, investigaciones recientes en Cajamarca, Perú, subrayan que combinaciones específicas de tierra agrícola y materiales como compost o arena de río pueden optimizar características como el diámetro y la longitud radicular, resaltando la interacción entre las propiedades físicas y químicas del sustrato y el desarrollo de las plantas.

Tabla 3.- Ancho de la raíz.

Tratamiento	Ancho (mm)
T1	1.9394 A
T0	1.8930 A
T2	1.8543 A
T3	1.7324 B

§ T0= tierra negra de monte, T1=Tierra negra (80) + humus (20), T2= Tierra negra (80) + cascarilla de arroz (20) y T3= Humus (80) + cascarilla de arroz (20). Promedios con letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, Tukey ($p \leq 0,05$).

Gráfico 2.- Desviación estándar del ancho de la raíz.



3.3 Cantidad de pelos radiculares

Los resultados de la **tabla 4** muestran una clara diferencia en la cantidad de pelos radiculares entre los tratamientos aplicados a los patrones de cacao. El tratamiento T1 (tierra negra con humus) y T0 (tierra negra de monte) presentaron los mayores promedios de pelos radiculares, con valores de 64.803 y 61.620, respectivamente, lo que sugiere que estos sustratos favorecen una mayor proliferación radicular. Por otro lado, los tratamientos T2 (tierra negra con cascarilla de arroz) y T3 (humus con cascarilla de arroz) presentaron menores cantidades de pelos radiculares, siendo T3 el de menor valor (43.000), lo que podría estar relacionado con las características físicas de la cascarilla de arroz, que, aunque mejora la aireación, no parece ser tan eficiente en promover la formación de pelos radiculares en comparación con otros sustratos orgánicos como el humus.

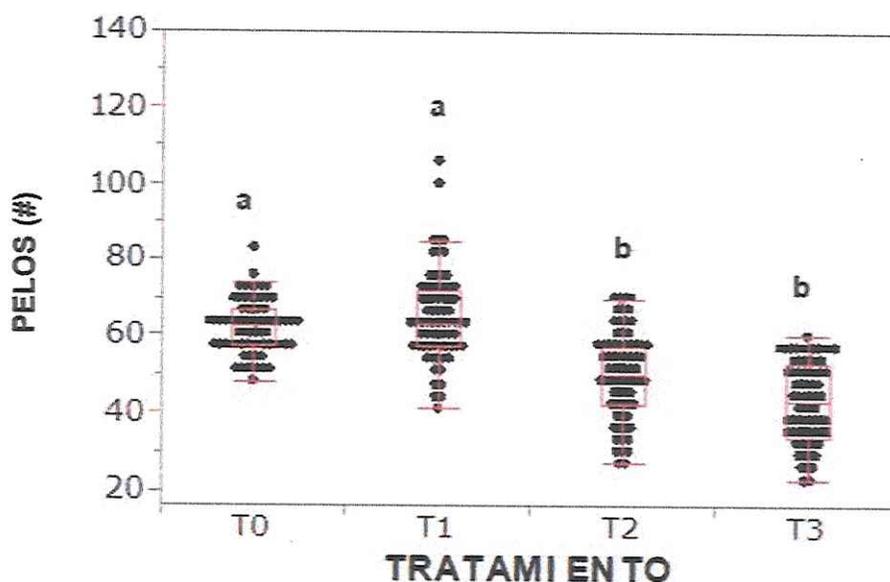
Este tipo de resultados coincide con lo encontrado en investigaciones previas sobre el cacao, como la tesis (Castro Centeno & Pineda Mairena, 2023), donde se observó que los sustratos con alto contenido de materia orgánica, como el humus, favorecen la formación de pelos radiculares debido a la mejor retención de agua y nutrientes. Además, estudios sobre la efectividad de distintos sustratos para la propagación del cacao indican que los sustratos ricos en nutrientes como el humus permiten un crecimiento más robusto de las raíces, lo que se traduce en una mayor cantidad de pelos radiculares para la absorción de nutrientes.

Tabla 4.- Cantidad de pelos radiculares.

Tratamiento	Pelos (#)	
T1	64.803	A
T0	61.620	A
T2	49.465	B
T3	43.000	C

§T0= tierra negra de monte, T1=Tierra negra (80) + humus (20), T2= Tierra negra (80) + cascarilla de arroz (20) y T3= Humus (80) + cascarilla de arroz (20). Promedios con letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, Tukey ($p \leq 0,05$).

Gráfico 3.- Desviación estándar de la cantidad de pelos radiculares.



3.4 Peso de la raíz.

En la **tabla 5** se presentan los resultados del peso de las raíces de las plantas de cacao, donde el tratamiento T1 (tierra negra con humus) mostró el mayor peso promedio (4.0423 g), lo que sugiere que este sustrato favorece un mayor crecimiento de las raíces en comparación con los demás tratamientos. El tratamiento T2 (tierra negra con cascarilla de arroz) también mostró un buen rendimiento (3.5634 g), aunque fue significativamente inferior al de T1. Por su parte, los tratamientos T0 (tierra negra de monte) y T3 (humus con cascarilla de arroz) tuvieron los valores más bajos, con 3.1831 g y 2.9577 g respectivamente, indicando que la combinación de humus con cascarilla de arroz (T3) no fue tan eficiente para aumentar el peso radicular.

Estos resultados concuerdan con estudios previos sobre el cacao, como el de (Cruzado Ocupa & Idrogo Vásquez, 2023) en el cual se evidenció que los sustratos ricos en materia orgánica, como el humus, son los que mejor contribuyen al desarrollo radicular, aumentando tanto la longitud como el peso de las raíces. Además, investigaciones realizadas en Ecuador sobre la eficiencia de diferentes sustratos para el cacao también han demostrado que los sustratos con mayor contenido de humus tienden a promover un mayor crecimiento y peso en las raíces, debido a su capacidad para retener nutrientes y agua.

Tabla 5.- Peso de la raíz.

Tratamiento	Peso (g)	
T1	4.0423	A
T2	3.5634	B
T0	3.1831	B C
T3	2.9577	C

§T0= tierra negra de monte, T1=Tierra negra (80) + humus (20), T2= Tierra negra (80) + cascarilla de arroz (20) y T3= Humus (80) + cascarilla de arroz (20). Promedios con letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, Tukey ($p \leq 0,05$).

Gráfico 4.- Desviación estándar del peso de la raíz.

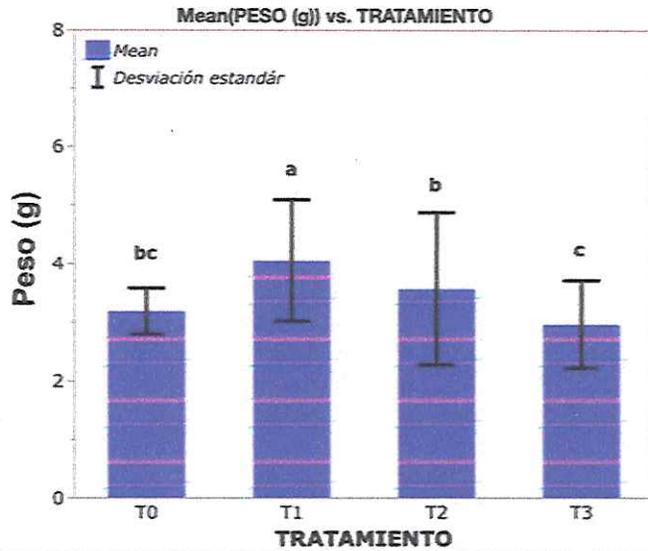


Tabla 6. Análisis de suelo T0 (tierra negra de monte)

Ph	Ppm		Meq/100ml				Ppm				
	NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
6,5	25	90	0,80	26	5,1	33	6,9	2,9	69	19,8	0,35
(%)	Ca		Mg		Ca+Mg		Meq/100ml				
M.O.	Mg		K		K		Σ Bases				
3,4	5,1		6,38		38,88		31,90				

Tabla 7.- Análisis de textura T0.

Arena	Textura(%)		Clase Textural
	Limo	Arcilla	
14	42	44	Arcilloso

Los resultados de análisis de suelos (sustratos) (Tabla 6 y Tabla 7) indican condiciones favorables para el desarrollo radicular del cacao, siempre que se complementen con prácticas adecuadas de manejo.

Factores clave que influyen positivamente son:

- **pH del suelo (6,5):** Está dentro del rango ideal (5,5 a 7,0) para el cacao, favoreciendo la disponibilidad de nutrientes esenciales como fósforo, calcio y magnesio (Francisco Santiago & Palma López, 2023).
- **Materia orgánica (3,4%):** La materia orgánica mejora la estructura del suelo y la retención de agua, fundamentales para el desarrollo radicular (González Aliaga , 2018).
- **Textura del suelo (arcilloso):** Los suelos arcillosos, aunque menos permeables, pueden ser buenos para el cacao si se manejan adecuadamente para evitar encharcamientos y mejorar la aireación (Jacques Donatien, 2020).
- **Macro y micronutrientes (P, K, Ca, Mg, Zn):** Los niveles reportados son adecuados para el cultivo. En particular, el fósforo (P) y el potasio (K) son esenciales para el desarrollo de raíces y resistencia a enfermedades (Francisco Santiago & Palma López, 2023).

Tabla 8.- Análisis de suelo T1(tierra negra 80%+humus 20%).

Ph	Ppm		Meq/100ml				Ppm				
	NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
6,5	30	224	1,67	29	5,3	74	12,5	2,4	62	18,1	0,45
	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	Meq/100ml						
	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases						
	1,8	5,4	3,17	20,54	35,97						

Tabla 9.- Análisis de textura T1.

Textura (%)			Clase Textural
Arena	Limo	Arcilla	
20	40	40	Arcilloso

Los resultados del análisis de suelos (sustratos) T1 (tierra negra 80% + humus 20%) muestran características que podrían favorecer el desarrollo radicular de

plantas de cacao, específicamente por los niveles de nutrientes y el balance de textura del suelo:

- **Nivel de fósforo (P):** El fósforo es esencial para el crecimiento de raíces. En el análisis, el nivel de fósforo es de 224 ppm, significativamente alto, lo cual podría estimular un desarrollo radicular robusto. Según estudios, su presencia es crucial para el desarrollo de raíces laterales y para la resistencia a estrés ambiental, favoreciendo la absorción de agua y nutrientes (García Reyes, 2018).
- **Materia orgánica (M.O.):** El contenido de materia orgánica de 1.8% ayuda a mejorar la estructura del suelo, proporcionando una mejor aireación y retención de humedad, aspectos fundamentales para el desarrollo de raíces sanas (Mejía B, 2019).
- **Textura del suelo:** El suelo clasificado como arcilloso (20% arena, 40% limo, 40% arcilla) tiene buena capacidad para retener agua y nutrientes, lo cual es ideal para el cacao, siempre y cuando exista un adecuado drenaje para evitar la compactación, que podría limitar el crecimiento radicular (Mejía B, 2019).

pH del suelo: Un pH de 6.5 es ideal para el cacao, permitiendo la disponibilidad óptima de la mayoría de los nutrientes esenciales para el desarrollo radicular y general de la planta (Mejía B, 2019).

CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- El tratamiento T3 (80% húmus + 20% cascarilla de arroz) promovió la mayor longitud de raíz (17.483 cm), siendo significativamente superior al resto. Esto resalta la importancia de combinar materiales orgánicos y aireados en el sustrato para el desarrollo radicular longitudinal.
- Aunque T3 mostró la mayor longitud de raíz, tuvo el menor ancho promedio (1.7324 mm), lo que indica que este sustrato puede favorecer un crecimiento más alargado, pero menos robusto. Por el contrario, T1, T0 y T2 mantuvieron mayores anchos sin diferencias significativas entre ellos.
- T1 (80% tierra negra + 20% humus) y T0 (tierra negra de monte) presentaron las mayores cantidades de pelos radiculares, lo que evidencia que estos sustratos son más eficaces para promover una mayor superficie de absorción radicular.
- T1 destacó con el mayor peso promedio (4.0423 g), seguido de T2. Los resultados subrayan que la adición de humus es esencial para incrementar el peso radicular, mientras que T3, a pesar de su buen desempeño en longitud, tuvo el menor peso (2.9577 g).

4.2. RECOMENDACIONES

- Combinar materiales como tierra negra y humus (T1) es altamente recomendable para obtener raíces más robustas, con mayor peso y mejor capacidad de absorción. Este sustrato sería ideal para etapas de crecimiento inicial del cacao.
- Si bien la cascarilla de arroz mejora la aireación del sustrato, su combinación con humus (T3) no favoreció todas las características radiculares. Se recomienda usar cascarilla en proporciones moderadas junto con otros materiales orgánicos como tierra negra para equilibrar sus efectos.

- Si el objetivo es maximizar la longitud de la raíz, T3 es adecuado; sin embargo, para promover raíces más gruesas y pesadas (mejor almacenamiento y absorción de nutrientes), T1 es la mejor opción.
- En la propagación de plantas de cacao, utilizar T1 o combinaciones similares puede mejorar el éxito del trasplante y el rendimiento final en campo.
- Realizar evaluaciones adicionales en diferentes condiciones climáticas y tipos de cacao podría validar y generalizar estos resultados, asegurando su aplicabilidad en otras regiones o sistemas productivos.

BIBLIOGRAFÍA

- Agricultura, M. d. (2019). *Cacao Híbrido CCN-51 cuenta con certificación de calidad*. <https://www.agricultura.gob.ec/cacao-hibrido-ccn-51-cuenta-con-certificacion-de-calidad/>.
- Angulo. (2021). *Crecimiento de plántulas de cacao en vivero, usando diferentes volúmenes de sustrato*. Yurimaguas: Instituto de investigación Agraria INIA.
- Bioagrotresca. (2017). *Humus de Lombriz*. Quito: Agrotresca.
- Cahuana. (2021). *Tesis. Evaluación del efecto de diferentes sustratos en el desarrollo de plantines de cacao en el centro experimental del ceibo Ltda*. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.
- Calderon. (2020). *cascarilla de arroz*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/19195/1/resumen%20cascarilla%2>
- Castillo. (2011). *Evaluación de tres abonos orgánicos con dos dosis de aplicación en la producción de Cacao*. Cotopaxi: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Castro Centeno, S., & Pineda Mairena, F. (2023). *Crecimiento de plantas de cacao en etapa de vivero por efectos de sustratos orgánicos*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/4714/>
- Castro, H. (2021). *Grand Sur Ecuador*. Obtenido de <https://grandsur.com/cacao-variedad-ccn-51/>
- Castro, H. U. (22 de Marzo de 2022). *Cacao Laboratory*. Obtenido de <https://es.cacaolaboratory.eu/blogs/news/arriba-nacional-the-pride-of-ecuador>
- Condori, C. (2015). *evaluación del efecto de diferentes sustratos en el desarrollo de plantines de cacao (theobroma cacao l.)*. Obtenido de

<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/26197/T-2911.pdf?sequence=1>

Cruzado Ocupa, Y., & Idrogo Vásquez, G. (2023). *Evaluación de las características fenotípicas de plántulas de cacao criollo (Theobroma cacao L.) por efecto de cuatro tipos de sustratos a nivel de vivero*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14077/3567>

Davila. (2006). *El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/761/76109911.pdf>

Egüez Enriquez, E. A. (2010). *Potencial de enraizamiento de estacas ortotrópicas provenientes de plantas somáticas de cuatro genotipos de cacao (Theobroma cacao L.)*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1143>

Francisco Santiago, S., & Palma López, D. J. (2023). *Fertilidad edáfica y nutrición en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en tres suelos de Tabasco, México*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792023000100113

García Reyes, G. M. (2018). *Efecto de fertilización en drenaje de plántulas de Theobroma cacao L. grupo criollo, en vivero*. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4878/Garcia%20Reyes.pdf?sequence=1>

GOMEZ, E. (2014). *Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización*. *Dyna*, 81(184), 15-163. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/496/49630405022.pdf>

González Aliaga, T. (2018). *Efectos de dos abonos orgánicos en el crecimiento de plántulas de cacao (Theobroma cacao L.) de los clones CCN-51 e IMC-67 en vivero*. Obtenido de

<https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/743a06b1-7300-4c21-bb47-f17722ef68d7/content>

- Grind, P. D. (2019). Variedad CCN – 51. *perfect daily grind*, <https://perfectdailygrind.com/es/2019/07/19/variedad-ccn-51-una-amenaza-para-la-industria-del-cacao/>.
- Guevara, G. V. (2020). *Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción)*. *Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, 163-173. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet->
- Hernandez. (1997). *Ejemplo de Muestra*. Obtenido de [https://www.bing.com/search?pglt=43&q=\(Hern%C3%A1ndez+et+al%2C+1997\).&cvid=a1efe2b584a9410e9e50da1d17042926&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIGCAEQABhAMgYIAhAAGEAyBggDEAAAYQDIGCAQQABhAMgYIBRAAGEAyBggGEAAAYQDIGCAcQABhAMgYICBAAGE DSAQg1Njg5ajBqMagCALACAA&FORM=ANN](https://www.bing.com/search?pglt=43&q=(Hern%C3%A1ndez+et+al%2C+1997).&cvid=a1efe2b584a9410e9e50da1d17042926&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIGCAEQABhAMgYIAhAAGEAyBggDEAAAYQDIGCAQQABhAMgYIBRAAGEAyBggGEAAAYQDIGCAcQABhAMgYICBAAGE DSAQg1Njg5ajBqMagCALACAA&FORM=ANN)
- Jacques Donatien, J. (2020). *Fertilidad de suelo y nutrición de plantas de cacao (Theobroma cacao L.)*. Obtenido de <https://ri.ujat.mx/handle/200.500.12107/4555>
- Lopez et al. (2012). *Uso de un sustrato alternativo a la turba para la producción viverística de plantas hortícolas y aromáticas*. Instituto de biodiversidad Agraria e Desenvolvimento Rural.
- Marín, E. S. (2017). *Eficiencia de hormonas en el enraizamiento de ramillas de cacao (Theobroma cacao L.) tipo nacional x trinitario*. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/132>
- Mata, A. (2006). *Establecimiento de un sistema de propagación vegetativa de genotipos superiores de cacao*. Obtenido de https://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/Establecimiento_de_un_sistema_de_propagacion_de_cacao.pdf

- Mejia B, U. (2019). *Estudio del sistema radicular de plantas de cacao (Theobroma cacao L.)*. Obtenido de Estudio del sistema radicular del árbol del cacao (Theobroma cacao L.)
- Molino, S. (2016). El método de análisis y síntesis y el descubrimiento de Neptuno. *Universidad de Antioquia, Estudios de Filosofía*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/3798/379853583003/html/>
- Mora, L. (2018). *Conservación y viabilidad del ácido Alfa-Naftalenacético en el enraizamiento de estacas de cacao (Theobroma cacao L.)*. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/f9bf23af-51d5-4871-94ec-651a74e0951c/content>
- Narvaez. (2014). *Evaluación de tres sustratos y cuatro dosis de humus para la producción de primula, bajo invernadero*. Quito: UCE. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2775/1/T-UCE-0004-83.pdf>
- Ortega, G. L. (2019). *Evaluación del comportamiento agro morfológico de cuatro clones de Theobroma cacao L. (cacao) con tres distanciamientos de*. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1550/1/TEMA-CACAO-ORIGINAL-titulaci%C3%B3n-final-dic-del-2019.pdf>
- PACARI. (2022). *Chocolats de luxe* . Obtenido de Manabi 65% Orgánico Chocolate elaborado con granos de Arriba Nacional : <https://www.chocolats-de-luxe.de/es/pacari-manabi-arriba-65-chocolate-de-ecuador>
- Restrepo, C. V., & González, A. M. (2006). *Propagación por estacas juveniles del balsa blanco (Heliconia caribaea L. Sin. H. popayanensis) UTILIZANDO PROPAGADORES DE SUBIRRIGACIÓN*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472006000200006

Sarmiento. (24 de Diciembre de 2019). *Tierra Negra*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/19195/1/resumen%20cascarilla%2>

Valencia. (2016). *Efecto de dos sustratos de propagacion sobre el patron de Cacao criollo*. Valle del Cauca: Universidad del Pacifico .

Vargas. (2021). *Efecto de tamaño de envases y tres tipos de sustratos* . Universidad Nacional de tumbes .

Velarcazar. (2019). *Tesis. Factor sustrato y cobertura en la germinación y desarrollo inicial de patrones de cacao en vivero, finca experimental la represa*. Quevedo: Univerdidad Tecnica de Quevedo.

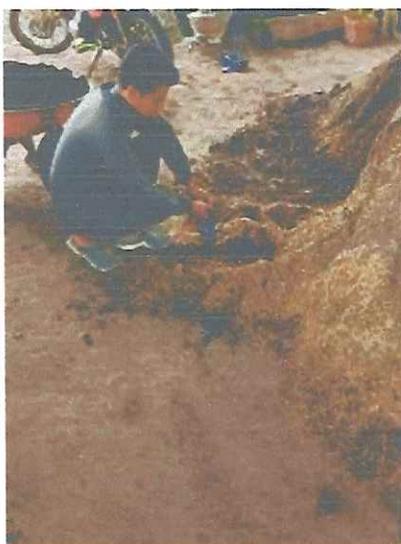
ANEXOS



Anexo 1.- Obtención de los sustratos.



Anexo 2.- Mezcla de los sustratos.



Anexo 3.- Llenado de fundas para la siembra.



Anexo 4.- Obtención y selección de las semillas.



Anexo 5.- Siembra



Anexo 6.- Germinación de la semilla.



Anexo 7.- Plantas en el vivero en la Finca Tigrillo.



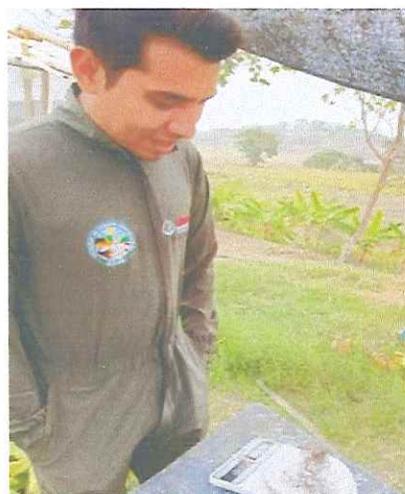
Anexo 8.- Riego.



Anexo 9.- Toma de ancho de la raíz.



Anexo 10.- Toma de longitud de la raíz.



Anexo 11.- Toma de peso de la raíz.

Anexo 12.- ADEVA de longitud de la raíz.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios
Tratamiento	3	351.234	117.078*
Error	280	1400.256	5.001
Total	283	1751.4914	

*= estadísticamente significativo

Anexo 13.- ADEVA del ancho de la raíz.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios
Tratamiento	3	1.675796	0.558599*
Error	279	12.305264	0.044105
Total	282	13.981060	

*= estadísticamente significativo

Anexo 14.- ADEVA de cantidad de pelos radiculares.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios
Tratamiento	3	22311.391	7437.13*
Error	280	29673.634	105.98
Total	283	51985.025	

*= estadísticamente significativo

Anexo 15.- ADEVA de peso de la raíz.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios
Tratamiento	3	48.02817	16.0094*
Error	280	241.83099	0.8637
Total	283	289.85915	

*= estadísticamente significativo

Anexo 16.- Análisis de suelo (sustratos T0 y T1)



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

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

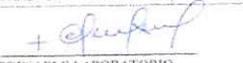
DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				PARA USO DEL LABORATORIO			
Nombre	: BURE BARCIA ALEXANDER DAVID			Nombre	: S/N			Cultivo Actual	: Cacao		
Dirección	: I.I. ORO - MACHALA			Provincia	: Machala			N° Reporte	: 12458		
Ciudad	: MACHALA			Cantón	: Chone			Fecha de Muestreo	: 22/10/2024		
Teléfono	: 0978676601			Parroquia	: Chone			Fecha de Ingreso	: 22/10/2024		
Fax	: david.99.bure.6@gmail.com			Ubicación	: San Andres			Fecha de Salida	: 19/11/2024		

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm				mg/100ml				ppm			
	Identificación	Area		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
113724	T0		6,5	25	90	0,80	26	3,1	33	6,0	51	69	19,8	0,15	
113725	T1		6,5	30	224	1,67	29	5,3	74	12,5	2,4	62	18,1	0,45	

INTERPRETACION				METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES			
M&C	= Muy Acido	L&S	= Ligero Acido	RC	= Requiere Cal	pH	= Suelo, agua 1:2,5	N,P,K	= Otros Modificados
Ma	= Acido	PS	= Poca Neutral	B	= Titim	N,P,B	= Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	=
Mt	= Medio Acido	NS	= Neutral	Al	= Medio	S	= Turbidimetría	= Método de Calcio Modificado	
Mb	= Medio Acido	N	= Neutro	B	= Alto	K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	= Absorción atómica	= Método de Calcio Modificado	
		Al	= Alcalino					= B.N	



RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS



RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 17.- Análisis de textura (sustratos T0 y T1)



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

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	ROSE BARETA ALEXANDER DAVID	Nombre :	S/N	Cultivo Actual :	Cacao
Dirección :	EL ORO / MACHALA	Provincia :	Manabí	N° de Reporte :	17458
Ciudad :	MACHALA	Cantón :	Chone	Fecha de Muestreo :	22/10/2024
Teléfono :	0978626401	Parroquia :	Chone	Fecha de Ingreso :	22/10/2024
Fax :	dasid.99.bare.6@gmail.com	Ubicación :	San Andrés	Fecha de Salida :	19/11/2024

N° Muest. Laboral	mg/100ml			dS/m	pH	C.E.	M.O.	Ca	Mg	Ca+Mg (mg/100ml)	cmol(+) / c	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	AP-B	Al	Na										Are	Limo	Arcilla	
113724							3,4	5,1	6,38	18,88	21,90		14	42	44	Arcilloso
113725							1,8	3,4	1,17	20,54	35,97		29	40	40	Arcilloso



[Handwritten signature]
 M. Sc. [Name]
 Responsable

INTERPRETACION					
Al-H ₂ O y Na		C.E.		M.O. y C	
0	= Bajo	0	= No Salino	0	= Bajo
1	= Medio	1-5	= Lig. Salino	50	= Medio
2	= Alto	5-8	= Muy Salino	8	= Alto

ABREVIATURAS
C.E. = Conductividad Eléctrica
M.O. = Materia Orgánica
RAS = Relación de Absorción de Sodio

METODOLOGIA USADA
C.E. = Conductividad
M.O. = Titulación de Walkley Black
Al-H ₂ O = Titulación con NaOH

[Handwritten signature]
 RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

[Handwritten signature]
 RESPONSABLE LABORATORIO