



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“Dr. Jacobo Bucaram Ortíz”
CARRERA AGRONOMÍA

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES SUSTRATOS
ORGÁNICOS EN EL DESARROLLO DE PLANTINES DE
CACAO (*Theobroma cacao* L.) MILAGRO-GUAYAS**
TRABAJO EXPERIMENTAL

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

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTORA
LÓPEZ JIMÉNEZ CECILIA ESTEFANÍA

TUTOR
ING. MARTÍNEZ ALCÍVAR FERNANDO, M.Sc

MILAGRO – ECUADOR

2023



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“Dr. Jacobo Bucaram Ortiz”
CARRERA AGRONOMÍA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, ING. MARTÍNEZ ALCÍVAR FERNANDO, M.Sc, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES SUSTRATOS ORGÁNICOS EN EL DESARROLLO DE PLANTINES DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) MILAGRO-GUAYAS” realizado por la estudiante CECILIA ESTEFANÍA LÓPEZ JIMÉNEZ; con cédula de identidad N° 0926843764 de la carrera AGRONOMÍA, Ciudad Universitaria “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz” Milagro, 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. Martínez Alcívar Fernando, M.Sc
Firma del Tutor

Milagro, 19 de octubre del 2023



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“Dr. Jacobo Bucaram Ortíz”
CARRERA AGRONOMÍA

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: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES SUSTRATOS ORGÁNICOS EN EL DESARROLLO DE PLANTINES DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) MILAGRO-GUAYAS” realizado por la estudiante CECILIA ESTEFANÍA LÓPEZ JIMÉNEZ, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Cruz Romero Colon, M.Sc
PRESIDENTE

Ing. Fajardo Espinoza Paola, M.Sc
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Flores Cadena Cristian, M.Sc
EXAMINADOR PRINCIPAL

Milagro, 19 de octubre del 2023

Dedicatoria

El presente trabajo, fruto de mi esfuerzo y perseverancia, lo dedico con todo mi amor.

Al regalo más grande que Dios me ha dado.

Mis bellas y amadas hijas, Dayanna y Yelena, las personas más importantes de mi vida.

Dayanna, la que me dio fuerzas para luchar y salir adelante, quién ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme en mis estudios y poder llegar a ser un ejemplo para ella, y para mi pequeña hija Yelena cuando crezca se sienta orgullosa de mami.

**POR ELLAS Y PARA ELLAS TODO MI ESFUERZO
Y DEDICACION.**

Agradecimiento

Mi principal agradecimiento se lo doy a Dios, quien me ha guiado y me ha dado sabiduría y fortaleza para seguir adelante.

Mi infinito agradecimiento se lo doy a mi amado padre, Ing. Segundo López, por su apoyo incondicional. Porque siempre estuvo cuando más lo necesitaba, por ser un padre ejemplar y creer en mí, como un día se lo dije que seríamos colegas pues aquí estoy papito cumpliendo mí palabra.

De igual manera le doy gracias a mí esposo Fabricio Gómez gracias por su apoyo incondicional, por su sacrificio y esfuerzo por creer en mí capacidad, porque siempre estuvo brindándome su comprensión, cariño y amor.

Finalmente, mi agradecimiento va dirigido a una persona muy especial en mi vida, la que siempre me ha dado su apoyo incondicional, sus buenos consejos, siempre confió en mi y estuvo hasta el último momento conmigo. Con todo mi cariño para Mariela González.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo LÓPEZ JIMÉNEZ CECILIA ESTEFANÍA, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES SUSTRATOS ORGÁNICOS EN EL DESARROLLO DE PLANTINES DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) MILAGRO-GUAYAS” para optar el título de INGENIERO AGRÓNOMO, 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 autora 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.

Milagro, 19 de octubre del 2023

CECILIA ESTEFANÍA LÓPEZ JIMÉNEZ

C.I. 092684376-4

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 tablas	10
Índice de figuras.....	11
Resumen	12
Abstract.....	13
1. Introducción.....	14
1.1 Antecedentes del problema.....	14
1.2 Planteamiento y formulación del problema	15
1.2.1 Planteamiento del problema	15
1.2.2 Formulación del problema	15
1.3 Justificación de la investigación	15
1.4 Delimitación de la investigación	16
1.5 Objetivo general	16
1.6 Objetivos específicos.....	16
1.7 Hipótesis	17
2. Marco teórico.....	18
2.1 Estado del arte.....	18
2.2 Bases teóricas	19

2.2.1 Generalidades del cacao	19
2.2.2 Origen e importancia	20
2.2.3 Taxonomía y morfología de la planta	21
2.2.4 Requerimientos edafoclimáticos	22
2.2.6 Principales enfermedades que afectan al cacao	24
2.2.6.1 Escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>)	24
2.2.6.2 Moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>)	24
2.2.6.3 Mazorca negra (<i>Phytophthora Palmivora</i>)	25
2.2.7 Tratamiento del fruto	26
2.2.8 Vivero de cacao	27
2.2.9 Tipos de sustrato	27
2.2.9.1 Tierra negra	27
2.2.9.2 Humus de lombriz	27
2.2.9.3 Bocashi	27
2.2.9.4 Turba comercial	27
2.3 Marco legal	28
3. Materiales y métodos	30
3.1 Enfoque de la investigación	30
3.1.1 Tipo de investigación	30
3.1.2 Diseño de investigación	30
3.2 Metodología	30
3.2.1 Variables	30
3.2.1.1. Variable independiente	30
3.2.1.2. Variable dependiente	30
3.2.1.2.1. Altura de la planta (cm)	30

3.2.1.2.2 <i>Diámetro del tallo (cm)</i>	30
3.2.1.2.3 <i>Número de hoja (u)</i>	31
3.2.1.2.4 <i>Análisis parcial costo beneficio</i>	31
3.2.2 <i>Tratamientos</i>	31
3.2.3 <i>Diseño experimental</i>	31
3.2.4 <i>Recolección de datos</i>	32
3.2.4.1. <i>Recursos</i>	32
3.2.4.2. <i>Métodos y técnicas</i>	32
3.2.4.2.1 <i>Instalación de vivero</i>	32
3.2.4.2.2 <i>Siembra</i>	33
3.2.4.2.3 <i>Control de malezas</i>	33
3.2.4.2.4 <i>Riego</i>	33
3.2.5 <i>Análisis estadístico</i>	33
4. <i>Resultados</i>	34
4.1 <i>Altura de la planta (cm)</i>	34
4.2 <i>Diámetro del tallo (cm)</i>	34
4.3 <i>Número de hojas (u)</i>	35
4.4 <i>Análisis parcial costo beneficio</i>	36
5. <i>Discusión</i>	37
6. <i>Conclusiones</i>	39
7. <i>Recomendaciones</i>	40
8. <i>Bibliografía</i>	41
9. <i>Anexos</i>	49

Índice de tablas

Tabla 1. Tratamientos en estudio.....	31
Tabla 2. Esquema de análisis de varianza.....	33
Tabla 3. Promedios de altura de planta (cm)	34
Tabla 4. Promedios del diámetro del tallo (cm).....	35
Tabla 5. Promedios del número de hojas.....	35
Tabla 6. Análisis económico parcial entre tratamientos	36
Tabla 7. Datos de campo de altura de planta (30 días)	51
Tabla 8. Análisis estadístico de altura de planta (30 días)	51
Tabla 9. Datos de campo de altura de planta (90 días)	52
Tabla 10. Análisis estadístico de altura de planta (90 días)	52
Tabla 11. Datos de campo de diámetro del tallo (30 días).....	53
Tabla 12. Análisis estadístico de diámetro del tallo (30 días)	53
Tabla 13. Datos de campo de diámetro del tallo (90 días).....	54
Tabla 14. Análisis estadístico de diámetro del tallo (90 días)	54
Tabla 15. Datos de campo del número de hojas (primera evaluación)	55
Tabla 16. Análisis estadístico del número de hojas (primera evaluación).....	55
Tabla 17. Datos de campo del número de hojas (segunda evaluación).....	56
Tabla 18. Análisis estadístico del número de hojas (segunda evaluación)	56

Índice de figuras

Figura 1. Unidad experimental	49
Figura 2. Diseño experimental (DBCA)	50
Figura 3. Mezcla de sustratos en estudio.....	57
Figura 4. Preparación de la turba (testigo) para siembra	57
Figura 5. Llenado de fundas y riego.....	58
Figura 6. Delimitación de tratamientos en estudio	58
Figura 7. Primera toma de datos de altura de plantas	59
Figura 8. Segunda evaluación de altura de plantas	59
Figura 9. Toma de datos del número de hojas.....	60
Figura 10. Toma de datos del diámetro del tallo	60

Resumen

El presente ensayo experimental se llevó a cabo en un vivero de cacao ubicado en la zona agrícola del cantón Milagro, perteneciente a la Provincia de Guayas, entre los meses de febrero a agosto del año 2023. El objetivo general fue evaluar el efecto de tres sustratos orgánicos en el crecimiento de plantines de cacao. Los objetivos específicos son determinar cuál de las dosis de los tres sustratos empleados para el desarrollo de plantines de cacao incide favorablemente en el desarrollo de los plantines, evaluar el comportamiento agronómico de plantines de cacao en etapa de vivero con la aplicación de tres diferentes abonos orgánicos y analizar los costos de producción de los tres tipos de sustrato aplicados en los plantines de cacao. El presente ensayo se basó en el uso de diferentes sustratos para mejorar la producción de plántulas de cacao en vivero y mejorar su comportamiento agronómico reflejado en las variables evaluadas, los sustratos utilizados son: tierra negra, humus de lombriz, bocashi y turba (Testigo), bajo diferentes concentraciones. Las variables en estudio son: altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas y análisis parcial costo beneficio. Para llevar a cabo este ensayo se aplicó una distribución completamente al azar (DBCA), compuesto por cuatro tratamientos bajo seis repeticiones, obteniéndose un total de 24 unidades experimentales. Además, cada unidad experimental fue comprendida por 16 plántulas de cacao. Los resultados manifestaron que el uso combinado de sustratos generó mayor promedio sobre las variables evaluadas en comparación con su testigo comercial.

Palabras clave: bocashi, cacao, humus de lombriz, plántulas, sustratos.

Abstract

The present experimental trial was carried out in a cocoa nursery located in the agricultural area of the Milagro canton, belonging to the Guayas Province, between the months of February to August of the year 2023. The general objective was to evaluate the effect of three substrates organics in the growth of cacao seedlings. The specific objectives are to determine which of the doses of the three substrates used for the development of cocoa seedlings favorably affects the development of the seedlings, to evaluate the agronomic behavior of cocoa seedlings in the nursery stage with the application of three different organic fertilizers. and to analyze the production costs of the three types of substrate applied in the cocoa seedlings. The present essay was based on the use of different substrates to improve the production of cocoa seedlings in the nursery and improve their agronomic behavior reflected in the evaluated variables, the substrates used are: black earth, earthworm humus, bocashi and peat (Control). , under different concentrations. The variables under study are: plant height, stem diameter, number of leaves and partial cost-benefit analysis. To carry out this test, a completely random distribution (DBCA) was applied, consisting of four treatments under six repetitions, obtaining a total of 24 experimental units. In addition, each experimental unit was comprised of 16 cocoa seedlings. The results showed that the combined use of substrates generated a higher average on the variables evaluated in comparison with its commercial control.

Keywords: bocashi, cacao, earthworm humus, seedlings, substrates.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

El cultivo de cacao es uno de los productos más destacados en el país, figura además un elemento social debido a su gran cantidad de cultivos agrícolas y haciendas, proveyendo un ingreso favorable, es conocido por su destacada calidad de producción a nivel nacional. Sin embargo, a nivel local, no es distinguido lo suficiente como rubro que figura en las finanzas del país y por el poder que tiene en el estatus de vida de los pequeños agricultores (Mendoza *et al.*, 2021).

En el Ecuador el cultivo de cacao es un notable producto de exportación, contribuyendo con un determinado porcentaje alto de cacao nacional fino de aroma para las plazas internacionales. En el país se cultiva variedades como, CCN-51 (cacao convencional) y el Nacional de arriba fino de aroma se cultivan en las 21 provincias lo cual están agrupadas en cuatro sitios de producción, como la provincia de Esmeralda, Guayas, Manabí y Los Ríos, que son las destacadas provincias cacaoteras (Cedeño y Dilas, 2022).

La incorporación de materia orgánica en el crecimiento productivo de los sembríos es aplicada desde la era de los incas; además, los nutrientes que necesita la planta de cacao es preciso para cada etapa de crecimiento ya que es elemental observar el resultado de la producción de cacao a nivel de vivero (Carbajal, 2018).

En la actualidad está cobrando mucha relevancia el uso de opciones que favorezcan la recuperación de los terrenos, de tal manera que se apunte a un cultivo óptimo sin perjudicar el suelo. Una de las opciones es la incorporación de sustratos orgánicos. La utilización de sustratos orgánicos ha ganado mucha relevancia por distintas causas, una de ellas lo económico; su aplicación se ha difundido por la agricultura orgánica, ya que es una alternativa amistosa con medio ambiente para facilitar las labores agrícolas (Domínguez *et al.*, 2018).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La producción de cacao en etapa de vivero es el más importante para la producción de este en un futuro, debido a su importancia en el mercado nacional e internacional, producir plántulas en buen estado y listas para campo es uno de los objetivos de los agricultores, sin embargo, su proceso en vivero suele verse afectado por el material de siembra común que emplean los mismos y no brindan ningún tipo de nutrientes a los plantines. Los productores de vivero desconocen la importancia del uso de sustratos orgánicos que intervienen en el desarrollo de las plántulas y ofrecen plantas fuertes con alto vigor para campo, por lo tanto, el presente ensayo experimental tiene como objetivo producir plántulas de cacao bajo diferentes sustratos para verificar su importancia y cómo influye en el comportamiento agronómico de los plantines en vivero.

1.2.2 Formulación del problema

¿Qué efecto tendrá el uso de tres sustratos orgánicos en el crecimiento de plantines de cacao (*Theobroma cacao* L.)?

1.3 Justificación de la investigación

El cacao es un producto tropical de mucha relevancia económica para la mayoría de los países que lo cultivan, en el transcurso de la producción crea puestos de trabajo de manera indirecta y directa en cada etapa productiva. El país destaca en el cuarto puesto como vendedor de cacao en semilla en todo el mundo y por las condiciones organolépticas que tiene es el primero en el producto de cacao fino de aroma en las plazas internacionales (Noles, 2020).

Por eso, el producir plantas es una labor primordial para los cacaoteros en los inicios de vida de la plántula. Del cuidado o condiciones que posea la plántula,

reflejará el logro en el cultivo. De esta manera se observa que el cacao es sembrando de manera perenne, por lo consiguiente el sustrato usado incide en el vigor, crecimiento, anclaje del sistema radicular, estos factores mencionados son necesarios para garantizar la producción (Bartra, 2019).

1.4 Delimitación de la investigación

El presente ensayo experimental se llevó a cabo en un vivero de cacao ubicado en la zona agrícola del cantón Milagro, perteneciente a la Provincia de Guayas, entre los meses de febrero a agosto del año 2023.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de tres sustratos orgánicos en el crecimiento de plantines de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Milagro.

1.6 Objetivos específicos

- Determinar cuál de las dosis de los tres sustratos empleados para el desarrollo de plantines de cacao incide favorablemente en el desarrollo de los plantines
- Evaluar el comportamiento agronómico de plantines de cacao en etapa de vivero con la aplicación de tres diferentes abonos orgánicos.
- Analizar los costos de producción de los tres tipos de sustrato aplicados en los plantines de cacao (*Theobroma cacao* L.).

1.7 Hipótesis

Al menos una de las dosis de sustratos utilizados mejoró el comportamiento agronómico de los plantines de cacao en etapa de vivero en la zona agrícola de Milagro.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

González (2018) evaluó el uso de humus de lombriz y bocashi con tierra negra para la producción de plántulas de cacao. Los resultados reflejaron que con el uso de los sustratos humus de lombriz y bocashi combinado con tierra agrícola generó mayor promedio sobre las variables evaluadas altura de planta, área foliar y número de hojas. Además, a mayor proporción de bocashi se genera mayor número de hojas en las plántulas estudiadas.

Condori (2022) valoró el efecto del bocashi en plántulas de cacao bajo un diseño de bloques completamente el uso de los sustratos humus de lombriz y bocashi combinado con tierra agrícola generó mayor promedio sobre las variables evaluadas altura de planta, área foliar y número de hojas. Además, a mayor proporción de bocashi se genera mayor número de hojas en las plántulas estudiadas. al azar con tres tratamientos y tres repeticiones. Los resultados indicaron que, con el uso de sustratos orgánicos se obtuvo mayor promedio de altura de plantas con 40,32 cm y un valor 10,14 mm del diámetro del tallo. Además, se registraron valores entre 11 y 16 hojas presentes.

Pérez (2021) buscó mejorar la producción de plantines de cacao bajo un diseño de bloques completamente al azar con el uso de sustratos orgánicos. Los resultados indicaron que no existe significancia entre los tratamientos en estudio, sin embargo, con la concentración más alta el promedio fue mayor con 26,47 cm de altura de planta, 4,31 cm del diámetro del tallo y 7 hojas promedio en la planta.

Damiano (2021) valoró el uso de diferentes abonos orgánicos, donde las distintas concentraciones mostraron una altura de 52,05 cm y 33,04 cm. Mientras la variable

diámetro del tallo oscilo entre 0,52 cm y 0,68 cm. Además, en todos los tratamientos en estudio se observó una utilidad B/C con 0,39\$ y 0,77\$.

Rosales (2021) evaluó la dosis de algas marinas para mejorar las características agronómicas de plántulas de cacao bajo cinco tratamientos con el uso de sustratos y un diseño completamente al azar. Se consideró que la dosis más alta de sustratos genero plantas de 36,5 y 30,5 cm de altura y 1,13 cm de diámetro del tallo. Además, se generaron 16 hojas promedio en las plantas.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Generalidades del cacao

El crecimiento de la planta de cacao y su producción está principalmente influenciado con los factores ambientales del sitio donde se vaya a sembrar. De esta manera, las condiciones del clima inciden en la productividad del cultivo, también, los factores térmicos, de luminosidad y humedad necesitan ser las adecuadas para la plantación (El Salaus *et al.*, 2020).

El cacao es un producto tropical, sus plantaciones se localizan en su mayoría es en la Amazonia y el litoral. Es una planta con inflorescencia pequeñas que se evidencian las ramas y desarrollan una mazorca que conllevan semillas revestidas con una pulpa deliciosa en azúcar. En las provincias de Manabí, Sucumbíos, Los Ríos, Guayas, es donde se concentran destacadme la producción de cacao (Espin, 2019).

El cacao posee muchos derivados, además es conocido por ser el producto principal del chocolate. En la actualidad, las fábricas de chocolate están evaluadas más allá de los \$ 100 mil millones. También, la plantación de cacao en semilla es de mucho interés para la producción chocolate (Ramos, 2022).

2.2.2 Origen e importancia

El cacao es sembrando alrededor de 50 países de América, Oceanía, Asia y África entre ellos el continente de América es donde se concentra la mayoría de los países agrícolas de cacao. En el Ecuador el origen del cacao se sitúa en el Amazonas de acuerdo con investigaciones efectuadas en el 2002 por franceses arqueólogos afirmando el cacao fino y de aroma en los exámenes organolépticas (Montaleza *et al.*, 2020).

El cultivo de cacao es de origen tropical proviene de América del Sur y América Central, con su nombre científico *Theobroma cacao*, palabra griega que significa “comida de los dioses”; se desarrolla en ambientes ecuatoriales donde predomina lluvias en el transcurso de todo el año y también las temperaturas son normalmente equilibradas y oscilan entre los 25 y 28 grados centígrados (Rivas, 2021).

Es una especie nativa de las zonas trópico húmedo del sentido norte de América del Sur y otras investigaciones, de América Central. El origen más cercano del cacao es la zona del Amazonas y las cuencas del Orinoco, cercano a la frontera Colombo ecuatorial (Espinosa y Vásquez, 2021).

En los últimos años la producción de cacao ha logrado que el país se situé entre los productores grandes y vendedores en todo el mundo, siendo excepcional en la productividad del cacao, destacando el llamado cacao fino de aroma (Carrasco & Teneda, 2019).

En el país la producción del cultivo de cacao se ha transformado en uno de los más altos apuntes en cuestión de comercialización, la mayoría de las fábricas de chocolate en todo el mundo han visto en el país ecuatoriano para comercializar el cacao fino de aroma por sus cualidades (Zambrano *et al.*, 2019).

La disponibilidad en la que el agricultor lo asocia ya sea con cultivos forestales, frutales, banano y plátano, y su facilidad de resistencia a factores de sombras hacen poder tener un cultivo integral en diseños de producción con mayor diversidad que ofrecen al agricultor muchas opciones de ingreso (García *et al.*, 2021).

2.2.3 Taxonomía y morfología de la planta

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Dilleniidae

Orden: Malvales

Familia: Malvaceae

Subfamilia: Byttnerioideae

Tribu: Theobromeae

Género: *Theobroma*

Especie: *T. cacao* (Merchán y Valverde, 2022).

El sistema radicular del cacao posee una raíz primaria que se desarrolla hacia al fondo aproximadamente dos m y más raíces secundarias que se dirigen en sentido horizontal en la parte comparable unos 30 cm. Además de sostener la planta al terreno conduce y absorbe por sus tejidos del árbol el agua (Cacaomovil, 2020).

Las plántulas de cacao, germinadas por semillas, crecen con un tallo primario en sentido vertical que logra alcanzar de 1 a 2 metros de largo y tiempo de 12 a 18 meses. A continuación, la yema apical para su desarrollo y luego parte emergiendo de 3 a 5 ramas a los costados (Cotto, 2019).

El cacao posee hojas grandes, cartáceas, dísticas, alternas. Tiene ramas, de pigmentación verde y con peciolo tomentoso. También, tiene bellos de difusión densos y sencillas, pulvinados y gruesos en los costados, las láminas oscilan de 12 a 60 centímetros de largo con 4 a 20 centímetros de ancho (Agrotendencia, 2018).

Los frutos del cacao son muy variables sus formas, color y tamaño, pero normalmente es parecido a una baya, de 30 centímetros de longitud y 10 centímetros de ancho, de forma lisa, y de figura circular y de tonalidad amarilla, café o morada. La cáscara del cacao es grueso, blando o duro y denso como el cuero. El fruto está dividido en su interior en 5 celdas. La pulpa es de color café o rosada y blanca, con un sabor dulce a ácido y de buen aroma (Cedeño, 2022).

2.2.4 Requerimientos edafoclimáticos

2.2.5 Se adapta bien a terrenos con una profundidad de 30 a 150 cm. Los suelos aptos son los francos, aluviales y con sus subsuelos permeables y profundos, con buena materia orgánica y con un pH que oscilan de 4 a 7 y su porosidad debería ser de 20 a 60 por ciento con un excelente almacenamiento de humedad (Quispe, 2022).

La temperatura regular para la plantación es de 22 °C y un alta es de 28°C. Las temperaturas por arriba o inferior a ese umbral causan inconvenientes en su desarrollo y crecimiento normal. logra obtener un excelente desarrollo en sitios que están entre los 5 msnm y 400msnm, con lluvias de 1500 a 2500 anuales (Intagri, 2020).

Las corrientes de aires constantes llegan a generar un decaimiento, pérdida de las hojas y muerte. Por eso en partes de la costa es necesario la incorporación de barreras vivas para que las plantas no sienta estrés. Las barreras vivas están confirmadas por muchas especies forestales (El Productor, 2019).

La planta de cacao es susceptible a la poca disponibilidad de agua, así mismo la inundación ya sea necesario tener suelos con óptimos drenajes. El agua estancada llega a ocasionar que las raíces se asfixien y a continuación su muerte en un limitado tiempo (InfoAgro, 2018).

El país ecuatoriano es dichoso de contar con un ambiente climático, es esencial para los cultivos agrícolas de esta manera permite durante todo el año se coseche y no haya complicaciones. Las cualidades que benefician en aquello es que el secador se sitúa en la línea ecuatorial mejor dicho está ubicado estratégicamente, tiene un ambiente multi diverso y está situada en unos de los lugares más fructíferos a nivel mundial (Alarcón, 2019).

La poca disponibilidad de agua en los cultivos, la planta se favorece de una excelente humedad relativa, característica que evade la transpiración excesiva de la hoja. Estándares mayores al 70% benefician la instauración de la plantación después de trasplantarse, y un promedio de 75 a 80 % optimiza el crecimiento del cultivo, sin embargo, estándares mayores al 85 %, con constantes lluvias y temperaturas altas, favorecen la incidencia de plagas y enfermedades fúngicas (León, 2022).

2.2.6 Principales enfermedades que afectan al cacao

2.2.6.1 Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*)

Reino Fungi

División Basidiomycota

Clase Agaricomycetes

Orden Agaricales

Familia Marasmiaceae

Género *Moiliophthora*

Especie *Moiliophthora perniciosa* (Vélez y Almeida, 2023).

Es una enfermedad que fue descubierta en el año 1895 en Surinam. Después, en 1900 se propagó por toda Sudamérica, donde reapareció endémicamente. Está dispensa en toda América tropical de dónde presuntamente no se ha propagado en los demás países. El daño que provoca al fruto puede sumarse otras enfermedades como la mazorca negra y la monillia (Solís *et al.*, 2021).

2.2.6.2 Moniliasis (*Moniliophthora roreri*)

Reino Fungi

Phyllum Basidiomycota

Clase Basidiomycetes

Subclase Agaricomycetidae

Orden Agaricales

Familia Tricholomataceae

Género *Moniliophthora*

Especie *M. roreri* (Ramírez, 2023).

La moniliasis del cacao, también se lo conoce como: enfermedad de Quevedo, Helada, mano de piedra, pudrición acuosa, es una enfermedad generada por el

hongo, en dónde causa pudrición en la semilla. El hongo, en disposición de humedad y temperaturas altas se evidencian mucha propagación, manifestándose así, los factores de estos cambios climáticos en la severidad de la moniliasis y su proliferación, dependiendo de la ubicación y temporada del año (Pilaloe *et al.*, 2021).

En el fruto una vez que se introduce, el hongo crece desde el interior de las células del parénquima cortical. En el fruto de cacao por debajo de los 60 días, produce malformaciones del tejido vegetal en formas de gibas, y pasado de los 60 días, se pronuncian pecas aceitosas en un solo lugar o por todos lados en la cáscara. Estos signos, además, no casi siempre son visibles (Jaimes *et al.*, 2021).

2.2.6.3 Mazorca negra (*Phytophthora Palmivora*)

Reino: Chromista,

Phyllum: Oomycota,

Clase: Oomycetes,

Orden: Peronosporales

Familia: Peronosporaceae

Género: *Phytophthora*

Especie: *palmivora*

Nombre científico: *Phytophthora palmivora* (Castro, 2022)

Es una enfermedad distribuida en todo el mundo generada por el hongo *Phytophthora palmivora*. Además, algunas especies de ese mismo género provocan la misma enfermedad en otros países. En el sector centroamericano la pudrición negra toma el segundo lugar de enfermedades más relevantes, seguido de la moniliasis y causa daño sistemático al cacao (Leandro y Cerda, 2021).

Dicho hongo puede generar daños en las distintas partes del árbol como los chupones, cojines florales, ramas, raíces, entre otras, sin embargo, el daño afecta principalmente a las mazorcas. Esta enfermedad aparece como manchas chocolates y se extiende por toda la mazorca y se propaga al tener contacto con el mismo (Daza, 2022).

2.2.7 Tratamiento del fruto

Entre los tratamientos del fruto de cacao se menciona la recolección, lo cual es laborioso pero una importante labor. Se recolectan las mazorcas maduras en temporadas altas. Además, si las mazorcas se encontraban alto se debía cosechar con cuchillos altos con palos, observando no dañar los brotes o flores que emite la planta (Collahuazo, 2019).

La labor de fermentación se desarrolla bajo la combinación de reacciones enzimáticas y microbianas en la pulpa del fruto. Depende del estado de maduración de las mazorcas y las condiciones climáticas apropiadas que se desarrollen en dicho proceso (Peralta, 2020).

La selección de granos se da al observar los granos secos de cacao, y se eliminan las partículas sueltas en las semillas. Además, debe observarse que no estén quebrados los granos y se puedan eliminar las impurezas presentes en el fruto (Contreras, 2022).

Para la calidad del fruto deben observarse las condiciones físicas, químicas y sensoriales, es decir, tomar en cuenta el tamaño, peso, grosor, contenido de grasa y proteínas en el grano, para así, determinar un buen sabor y aroma que pueda ofrecerse en el mercado (Olarte & Rincón, 2020).

2.2.8 Vivero de cacao

Construir un vivero es de gran importancia para mejorar el desarrollo inicial de las plántulas de cacao, lo cual requiere mayor cuidado en esta etapa y les proporciona una adecuada humedad, temperatura y sombra. También influye en aumentar el porcentaje de la germinación de semillas para la obtención de plantas llenas de vigor (Piza, 2018).

2.2.9 Tipos de sustrato

2.2.9.1 Tierra negra

La tierra negra tiene como objetivo ser parte del abono de las plantas que brinda vigorosidad a las mismas. También, puede utilizarse como relleno de jardín para la siembra de huertos y mejorar la contextura del suelo (PortalFruticola, 2019).

2.2.9.2 Humus de lombriz

El humus de lombriz puede beneficiar el suelo y los diversos cultivos donde es aplicado. Es un biofertilizante importante a base de desechos vegetales y animales y se obtiene de la lombriz, al ser procesada por su sistema digestivo, excretan el abono 100% natural (Ramírez, 2021).

2.2.9.3 Bocashi

Es un abono orgánico obtenido de la fermentación de residuos animales o vegetales bajo las condiciones de humedad y temperatura propicias. Lo cual le permite generar nutrientes importantes al suelo y la planta como el potasio, nitrógeno, hierro, etc. (Jordán y Pizarro, 2020).

2.2.9.4 Turba comercial

Como sustrato la turba es uno de los más utilizados para obtener plántulas de buena calidad y ricas en nitrógeno. Entre las propiedades que poseen es mejorar

el desarrollo y crecimiento de los vegetales. Además, comercialmente podemos encontrar turba negra y turba rubia (Acosta, 2021).

2.3 Marco legal

Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria

Artículo 9. Investigación y extensión para la soberanía alimentaria. - El Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y enriquecer la agrobiodiversidad. Además, asegurará la investigación aplicada y participativa y la creación de un sistema de extensión, que transferirá la tecnología generada en la investigación, a fin de proporcionar una asistencia técnica, sustentada en un diálogo e intercambio de saberes con los pequeños y medianos productores, valorando el conocimiento de mujeres y hombres. El Estado velará por el respeto al derecho de las comunidades, pueblos y nacionalidades de conservar y promover sus prácticas de manejo de biodiversidad y su entorno natural, garantizando las condiciones necesarias para que puedan mantener, proteger y desarrollar sus conocimientos colectivos, ciencias, tecnologías, saberes ancestrales y recursos genéticos que contienen la diversidad biológica y la agrobiodiversidad. Se prohíbe cualquier forma de apropiación del conocimiento colectivo y saberes ancestrales asociados a la biodiversidad nacional.

Artículo 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. El Estado fomentará la participación de las universidades y colegios técnicos agropecuarios en la investigación acorde a las demandas de los sectores campesinos, así como la promoción y difusión de la misma (Asamblea, 2015).

Ley orgánica de tierras rurales y territorios ancestrales

Art. 5. De lo agrario: “Para fines de la presente ley, el termino agrario incluye las actividades agrícolas, pecuarias, acuícolas, silvícolas, forestales, ecoturísticas, agro-turísticas y de conservación relacionadas con el aprovechamiento productivo de la tierra rural”.

Art. 8. De los fines. - Son fines de la presente ley: f) “fortalecer la agricultura familiar campesina en los procesos de producción, comercialización y transformación productiva”. j) “promover la producción sustentable de las tierras rurales e incentivar la producción de alimentos sanos, suficientes y nutritivos, para garantizar la soberanía alimentaria”.

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 (Vizcaíno, 2015)

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

La investigación fue considerada tipo experimental en la cual valoró el efecto de tres sustratos orgánicos en el crecimiento de plantines de cacao (*Theobroma cacao* L.)

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de investigación aplicado fue experimental, y fueron valorados cuatro tratamientos, bajo seis repeticiones, lo que se obtuvo 24 unidades experimentales o parcelas de plántulas de cacao.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

Según el tipo de investigación, se incluyen las variables.

3.2.1.1. Variable independiente

Diferentes sustratos para la producción de plántulas de cacao.

3.2.1.2. Variable dependiente

3.2.1.2.1. Altura de la planta (cm)

Para valorar esta variable fueron seleccionadas cuatro plantas al azar de cada unidad experimental, procediendo a medir la altura de cada una de ellas, desde el cuello de la raíz hasta el ápice. Esta variable se valoró a los 30 y 90 días después de la siembra.

3.2.1.2.2 Diámetro del tallo (cm)

Se registraron dichos datos desde el tercio medio de la planta a los 30 y 90 días después de la siembra. Los datos fueron reportados en cm, utilizando una cinta métrica.

3.2.1.2.3 Número de hoja (u)

A partir de cada 30 días se contabilizó el número de hojas emitidas desde el inicio del ensayo hasta su última evaluación, para cuyo propósito fue considerado un tiempo de dos meses.

3.2.1.2.4 Análisis parcial costo beneficio

Esta variable se midió al finalizar la investigación y tomada en base al presupuesto total, los beneficios del mejor tratamiento sobre las variables evaluadas.

3.2.2 Tratamientos

El presente ensayo se basó en el uso de diferentes sustratos para mejorar la producción de plántulas de cacao en vivero y mejorar su comportamiento agronómico reflejado en las variables evaluadas, los sustratos utilizados son: tierra negra, humus de lombriz, bocashi y turba (Testigo), bajo diferentes concentraciones. Luego de la siembra fueron puestos en el vivero para su respectiva evaluación. A continuación, se describen los tratamientos:

Tabla 1. Tratamientos en estudio

N.º	Tipo de sustrato	Concentración
T1	Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi	50% + 25% + 25%
T2	Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi	30% + 35% + 35%
T3	Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi	10% + 45% + 45%
T4	Turba (Testigo comercial)	100%

López, 2023

3.2.3 Diseño experimental

Para llevar a cabo este ensayo se aplicó una distribución completamente al azar (DBCA), compuesto por cuatro tratamientos bajo seis repeticiones, obteniéndose

un total de 24 unidades experimentales. Además, cada unidad experimental fue comprendida por 16 plántulas de cacao.

Características de parcela experimental

Tipo de diseño: Diseño experimental (DBCA)

Número de tratamientos: 4

Número de repeticiones: 6

Unidad experimental: 24 Parcelas

Plantas por unidad experimental: 16 plantas

Número total de plantas evaluadas: 384 plantines de cacao.

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

Se recopiló información de tesis de grado, revistas científicas, guías técnicas, ficha técnica, maestrías, páginas web, libros, entre otros. Los materiales utilizados son: plántulas de cacao, fundas, tierra negra, humus de lombriz, bocashi, turba comercial, moto deshiervadora, sierra de podar, tijera de podar, rastrillo, equipo de medición, machete, bolígrafo, libreta de campo, cámara fotográfica, etc.

3.2.4.2. Métodos y técnicas

3.2.4.2.1 Instalación de vivero

La instalación del vivero se realizó al aire libre cerca de una plantación de cacao. El espaciamiento entre cada bloque fue de 1,0 m para facilitar el manejo agronómico. El distanciamiento entre tratamiento es 0,50 m. cada repetición fue conformada por 16 fundas para vivero, con perforaciones de 0.3 cm para escurrir los excesos de agua.

3.2.4.2.2 Siembra

Para el llenado de fundas se realizó de manera manual hasta el borde de la funda. Después se compactó con ligeros golpes para evitar bolsas de aire. Posteriormente se procedió a regar para que se compacte el sustrato. Luego se utilizó un espeque de mano de 10 cm para hacer un hoyo, donde se colocó una plántula. Cabe mencionar los sustratos empleados son orgánicos y sus concentraciones se mencionan en la Tabla 1, de acuerdo con el número de tratamiento que pertenezca.

3.2.4.2.3 Control de malezas

El control de malezas en las fundas se desarrolló de manera manual y en los espacios entre parcelas, y entre tratamientos se realizó un control mecánico.

3.2.4.2.4 Riego

El riego se efectuó tres veces por semana, por medio de una maguera hasta que el sustrato este completamente húmedo.

3.2.5 Análisis estadístico

Los datos fueron valorados respecto con las variables en estudio, estadísticamente mediante el análisis de varianza, esquema que se detalla en la tabla 2. Los promedios son comparados mediante la prueba Tukey al 5% de probabilidad. El esquema de varianza se observa a continuación:

Tabla 2. Esquema de análisis de varianza

Fuente de Variación		Grados de libertad
Tratamientos	(T-1)	3
Repeticiones	(r-1)	5
Error experimental	t(r-1)	15
Total	t.r-1	23

López, 2023

4. Resultados

4.1 Altura de la planta (cm)

El análisis de varianza desarrollado con la variable altura de planta presentó que entre el tratamiento 3 y los demás tratamientos existe significancia. Considerándose la combinación de Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (10% + 45% + 45%) el promedio más alto con 17,83 cm a los 30 días evaluados y 39,33 cm a los 90 días valorados. Mientras, los demás tratamientos generaron un promedio 16 cm en la primera valoración y 37,50 cm en su segunda evaluación. El coeficiente de varianza obtenido en dicha variable fue 5,89% a los 30 días y 2,54% a los 90 días.

Tabla 3. Promedios de altura de planta (cm)

Tratamientos	30 días	90 días
T1: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (50% + 25% + 25%)	16,00 b	37,50 b
T2: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (30% + 35% + 35%)	15,67 b	37,17 b
T3: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (10% + 45% + 45%)	17,83 a	39,33 a
T4: Turba (Testigo comercial) 100%	15,67 b	37,17 b
CV	5,89	2,54

López, 2023

4.2 Diámetro del tallo (cm)

La comparación de promedios en la variable diámetro del tallo presentó que no existe diferencias significativas entre los tratamientos en estudio. Sin embargo, se consideró el promedio más alto dado por el tratamiento 2 Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (30% + 35% + 35%) con 2,83 cm a los 30 días evaluados y 3,67 cm a los 90 días. Además, se consideró el promedio más bajo obtenido por el tratamiento 4 (Testigo comercial) 100% con 1,83 cm en su primera evaluación y 2,83 cm para su segunda evaluación. El coeficiente de variación alcanzado en dicha variable fue 30,87% (30 días) y 21,35% (90 días).

Tabla 4. Promedios del diámetro del tallo (cm)

Tratamientos	30 días	90 días
T1: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (50% + 25% + 25%)	1,83 a	3,50 a
T2: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (30% + 35% + 35%)	2,83 a	3,67 a
T3: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (10% + 45% + 45%)	2,50 a	3,50 a
T4: Turba (Testigo comercial) 100%	1,83 a	2,83 a
CV	30,87	21,35

López, 2023

4.3 Número de hojas (u)

El análisis de varianza generado al número de hojas mostró que no existe diferencias significativas entre los tratamientos en estudio y las evaluaciones realizadas. La primera evaluación obtuvo un promedio de 6 hojas en los tratamientos a base de la combinación de varios sustratos. Mientras, la segunda evaluación generó 16 hojas promedios en los mismos tratamientos. El coeficiente de variación fue 17% en la evaluación uno y 7,33% en la segunda evaluación realizada.

Tabla 5. Promedios del número de hojas

Tratamientos	30 días	90 días
T1: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (50% + 25% + 25%)	6,00 a	15,00 a
T2: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (30% + 35% + 35%)	6,00 a	16,00 a
T3: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (10% + 45% + 45%)	6,00 a	16,00 a
T4: Turba (Testigo comercial) 100%	5,00 a	15,00 a
CV	17,00	7,33

López, 2023

4.4 Análisis parcial costo beneficio

El análisis parcial costo beneficio realizado al ensayo experimental muestra el número de plantas correspondientes a cada parcela por las repeticiones aplicadas en el vivero al inicio y al final, con un bajo porcentaje de pérdidas de plantas en el proceso, los costos aplicados al ensayo y venta de estas en el mercado para la producción. El valor de venta de los plantines de cacao se consideró de acuerdo con un promedio encuestado de compradores en la zona de estudio. Se observó que cada uno de los tratamientos tiene valores aceptables con los distintos sustratos utilizados que oscilan entre \$0,60 y \$0,64. Mientras, el testigo obtuvo un valor inferior \$0,54.

Tabla 6. Análisis económico parcial entre tratamientos

COMPONENTES	T1: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (50% + 25% + 25%)	T2: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (30% + 35% + 35%)	T3: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (10% + 45% + 45%)	T4: Turba (Testigo comercial) 100%
N° Plantas (Inicio del ensayo)	96	96	96	96
N° Plantas (Final del ensayo)	92	92	92	92
Costo fijo (\$)	150	150	150	150
Costo Variable (\$)	100	100	130	70
Precio a la venta	1,1	1,1	1,1	1,1
Costo Total	250	250	280	220
Ingreso Bruto (\$)	101,2	101,2	101,2	101,2
Beneficio Neto (\$)	148,8	148,8	178,8	118,8
Relación BENEFICIO/COSTO	0,60	0,60	0,64	0,54

López, 2023

5. Discusión

De acuerdo con el objetivo número uno; determinar cuál de las dosis de los tres sustratos empleados para el desarrollo de plantines de cacao incide favorablemente en el desarrollo de los plantines se consideró que la combinación de Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (10% + 45% + 45%) generó el promedio más alto con 17,83 cm a los 30 días evaluados y 39,33 cm a los 90 días valorados. Mientras, el diámetro del tallo no presentó significancia entre sí y su promedio más alto dado por el tratamiento 2 Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi 30% + 35% + 35%) con 2,83 cm a los 30 días evaluados y 3,67 cm a los 90 días.

De esta manera, González (2018) comparte que el uso de los sustratos humus de lombriz y bocashi combinado con tierra agrícola generó mayor promedio sobre las variables evaluadas altura de planta, área foliar y número de hojas. Además, a mayor proporción de bocashi se genera mayor número de hojas en las plántulas estudiadas. Y (Condori, 2022) menciona que, el uso de sustratos orgánicos se obtuvo mayor promedio de altura de plantas con 40,32 cm y un valor 10,14 mm del diámetro del tallo. Además, se registraron valores entre 11 y 16 hojas presentes.

Mientras, el objetivo número dos, evaluar el comportamiento agronómico de plantines de cacao en etapa de vivero con la aplicación de tres diferentes abonos orgánicos estudió el número de hojas generando como promedio 6 hojas en los tratamientos a base de la combinación de varios sustratos. Mientras, la segunda evaluación generó 16 hojas promedios en los mismos tratamientos.

Por otro lado, (Pérez, 2021) concuerda que no existe significancia entre los tratamientos en estudio, sin embargo, con la concentración más alta el promedio fue mayor con 26,47 cm de altura de planta, 4,31 cm del diámetro del tallo y 7 hojas promedio en la planta. Y (Rosales, 2021) consideró que, la dosis más alta de

sustratos genero plantas de 36,5 y 30,5 cm de altura y 1,13 cm de diámetro del tallo. Además, se generaron 16 hojas promedio en las plantas.

Además, al analizar los costos de producción de los tres tipos de sustrato aplicados en los plantines de cacao (*Theobroma cacao* L.) fue considerado que cada uno de los tratamientos tiene valores aceptables con los distintos sustratos utilizados que oscilan entre \$0,60 y \$0,64. Mientras, el testigo obtuvo un valor inferior \$0,54.

También, (Damiano, 2021) comparte que las distintas concentraciones mostraron una altura de 52,05 cm y 33,04 cm. Mientras la variable diámetro del tallo oscilo entre 0,52 cm y 0,68 cm. Además, en todos los tratamientos en estudio se observó una utilidad B/C con 0,39\$ y 0,77\$.

6. Conclusiones

Con base a los resultados se concluye lo siguiente:

La combinación de los sustratos tierra negra + humus de lombriz + Bocashi en concentración (10% + 45% + 45%) generó mayor promedio en el crecimiento de los plantines de cacao con 17,83 cm a los 30 días y 39,33 cm a los 90 días.

El uso de sustratos orgánicos influye en el comportamiento agronómico de los plantines de cacao con promedio de 6 hojas en la primera evaluación y 16 hojas en la segunda evaluación.

Los valores obtenidos en el análisis parcial de costos muestran valores aceptables con los distintos sustratos utilizados que oscilan entre \$0,60 y \$0,64. Mientras, el testigo obtuvo un valor inferior \$0,54.

7. Recomendaciones

De acuerdo con los resultados se recomienda:

Utilizar diferentes combinaciones de sustratos para la siembra de plantines de cacao con la finalidad de mejorar el desarrollo de estas plantas y beneficiar al agricultor.

Monitorear el desarrollo de los plantines de cacao en etapa de vivero, para realizar su respectiva fertilización a base de abonos orgánicos que no perjudiquen al medio ambiente.

Desarrollar un análisis parcial de costos para comparar entre los sustratos aplicados y seleccionar el que mejor beneficios aporte a las plantas de cacao.

8. Bibliografía

- Acosta, M. (2021). *Turba: qué es, tipos y cómo usarla*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/turba-que-es-tipos-y-como-usarla-3124.html>
- Agrotendencia. (2018). *Cultivo de cacao: siembra, ventajas y desventajas*. Obtenido de <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/frutales/el-cultivo-de-cacao/>
- Alarcón, E. (2019). *Identificación del mercado potencial de los productos semielaborados de cacao en la Provincia de Tungurahua*. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador: UTA. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30741>
- Asamblea, N. (2015). *Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria*. Quito, Ecuador.
- Bartra, W. (2019). *Efecto de la procedencia HMA, dosis de inoculación y fertilización en el desarrollo de plantas de cacao (Theobroma cacao L.) en etapa de vivero*. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía. Perú: UNIA. Obtenido de <http://repositorio.unia.edu.pe/handle/unia/201>
- Cacaomovil. (2020). *El árbol de cacao*. Obtenido de <https://cacaomovil.com/site/guide/el-cacao-en-sistemas-agroforestales-df638640-b491-4be2-a0e0-479d7b616e5f/118/arbol-de-cacao>
- Carbajal, R. (2018). *Efecto de fuentes de sustratos orgánicos tratadas con microorganismos eficientes en plantas de cacao (Theobroma cacao L.) bajo condiciones de vivero en Chanchamayo*. Tesis de grado, Universidad

- Nacional Daniel Alcides Carrión, Perú. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2081>
- Carrasco, M., & Teneda, W. (2019). *Análisis de la situación socio-económico en la cadena productiva del cacao en el cantón Cumandá, Provincia de Chimborazo*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Tungurahua. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30743>
- Castro, L. (2022). *Bacillus subtilis en el control de Phytophthora palmivora y Moniliophthora roreri en mazorcas de cacao*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13139>
- Cedeño, E., & Dilas, J. (2022). Producción y exportación del cacao ecuatoriano y el potencial del cacao fino de aroma. *Revista Científica y Tecnológica QANTU YACHAY*, 2(1), 8. Obtenido de <https://revistas.une.edu.pe/index.php/QantuYachay/article/view/17>
- Cedeño, K. (2022). *Desarrollo del cacao (Theobroma cacao) con la aplicación de abonos orgánicos*. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Guayas. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/59602>
- Collahuazo, L. (2019). *La producción del cacao y su incidencia en la economía del Ecuador, período 2013-2017*. Universidad de Guayaquil. Guayas: UG. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/45672>
- Condori, C. (2022). *Evaluación del efecto de la aplicación de bocashi en plantas de cacao (theobroma cacao l.) injertadas con diferentes técnicas, en campo definitivo en el Ceibo RL. Sapecho, Bolivia*. Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/30150>

- Contreras, J. (2022). *Estudio situacional de centros de acopio destinados a comercialización de cacao fino de aroma en la zona del cantón Montalvo, Provincia de Los Ríos*. Universidad Técnica de Babahoyo . Los Ríos: UTB. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13214>
- Cotto, J. (2019). *Manejo de las podas en el cultivo de Cacao (Theobroma cacao L.), en la parroquia Pimocha*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6683>
- Damiano, H. (2021). *Efecto de tres bioestimulantes y dos tipos de sustratos, en la obtención de plantines para patrón de Theobroma cacao L. (cacao) en vivero en Tingo María*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú: UNAS. Obtenido de <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/2433>
- Daza, B. (2022). *Acompañamiento técnico a los agricultores en el manejo fitosanitario del cultivo de cacao del municipio de Tame Arauca*. Universidad de Pamplona , Arauca. Obtenido de <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/31>
- 59
- Domínguez, M., Palma, D., Salgado, S., Obrador, J., & Ruíz, O. (2018). Evaluación de sustratos orgánicos para la producción de plántulas de caña de azúcar. *Agroproductividad*, 11(12), 117-122. Obtenido de <https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1318>
- El Productor. (2019). *El cultivo del cacao: clima y suelo*. Obtenido de <https://elproductor.com/2019/04/el-cultivo-del-cacao-clima-y-suelo/>
- El Salaus, A., Martillo, J., Gómez, J., & Martínez, F. (9 de 8 de 2020). Mejoramiento de la calidad del cultivo de cacao en Ecuador. *Revista Venezolana De*

- Gerencia*, 25(3), 14. Obtenido de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/33375>
- Espin, R. (2019). *Manejo post cosecha del cultivo de cacao (Theobroma cacao) en la finca Meza ubicada en el recinto Pueblo Nuevo, cantón Babahoyo*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6904>
- Espinosa, J., & Vásquez, S. (2021). *Efecto de dos niveles de sombra y nutrición sobre el crecimiento y desarrollo vegetativo en cacao (Theobroma cacao L.) clon CCN51 en la Provincia de Zamora Chinchipe*. Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja, Loja. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/23934>
- García, A., Pico, B., & Jaimez, R. (2021). La cadena de producción del Cacao en Ecuador: Resiliencia en los diferentes actores de la producción. *Novasinerгия*, 4(2), 152–172. Obtenido de <https://novasinerгия.unach.edu.ec/index.php/novasinerгия/article/view/261>
- González, T. (2018). *Efecto de dos abonos orgánicos en el crecimiento de plantines de cacao (theobroma cacao l.) de los clones ccn- 51 e imc-67 en vivero*. Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva , Perú. Obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1573>
- InfoAgro. (2018). *El cultivo del cacao*. Obtenido de <https://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao.htm>
- Intagri. (2020). *Cultivo de Cacao en México*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/frutales/cultivo-de-cacao-en-mexico>
- Jaimes, Y., Agudelo, G., Báez, E., Rengifo, G., & Rojas, J. (2021). *Modelo productivo para el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en el*

- departamento de Santander*. Colombia: Agrosavia. Obtenido de <https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/book/206>
- Jordán, F., & Pizarro, M. (2020). *Elaboración de abono tipo bocashi a partir de residuos orgánicos de origen doméstico y de actividad agropecuaria*. Tesis de grado, Universidad Continental, Perú. Obtenido de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/10557>
- Leandro, M., & Cerda, R. (2021). *Guía para el manejo integrado de enfermedades en el cultivo de cacao*. Costa Rica: CATIE. Obtenido de <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/10918>
- León, M. (2022). *Estudio de tres niveles de sombra sobre variables fisiológicas y reproductivas en cacao (Theobroma cacao) clon EETP-801, en la Provincia de Zamora Chinchipe, El Padmi*. Universidad Nacional de Loja . Ecuador: UNL. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/25360>
- Mendoza, E., Boza, J., & Manjarrez, N. (28 de 12 de 2021). Impacto socioeconómico de la producción y comercialización del cacao de los pequeños productores del cantón Quevedo. *Ecociencia*, 8, 18. Obtenido de <https://revistas.ecotec.edu.ec/index.php/ecociencia/article/view/603>
- Merchán, E., & Valverde, Y. (2022). *Desarrollo morfológico del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.), en etapa de vivero con aplicación de tres fuentes de fertilizante*. Tesis de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4169>
- Montaleza, J., Quevedo, J., & García, R. (3 de 9 de 2020). Análisis de la diversidad morfológica de cacao (theobroma cacao. l) del jardín clonal de la Universidad Técnica de Machala. *Agroecosistemas*, 8(2), 13. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/400>

- Noles, M. (2020). *Evaluación de enmiendas orgánicas: Efectos en la producción y fitosanidad del cacao (Theobroma Cacao L.) Cultivar CCN-51*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala, El Oro. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16142/1/TTUACA-2020-IA-DE00025.pdf>
- Olarte, D., & Rincón, J. (2020). *Evaluación Físicoquímica y Sensorial de Cacao en Grano Variedad Clonal FTA-4 Producido en el Departamento de Arauca, Beneficiado Mediante Dos Métodos de Fermentación y Secado*. Universidad de los Llanos, Villavicencio. Obtenido de <https://repositorio.unillanos.edu.co/handle/001/1614>
- Peralta, J. (2020). *Diseño de procesos postcosecha y evaluación de la fermentación mediante cajas de madera para cacao nacional y CCN-51 en la finca "Nayeli" del Cantón Balzar de la Provincia del Guayas*. Guayas: UAE.
- Pérez, J. (2021). *Efecto del magnekling silicio en sustratos de un suelo degradado en la producción de plantines de Theobroma cacao I. "cacao" en fase de vivero - Aucayacu*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú: UNAS. Obtenido de <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/2019>
- Pilaloa, W., Alvarado, A., Pérez, D., & Torres, S. (2021). Manejo agroecológico de la Moniliasis en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) mediante la utilización de biofungicidas y podas fitosanitarias en el cantón La Troncal. *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 5(15), 453 - 468. Obtenido de <https://www.revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/140/350>
- Piza, P. (2018). *Producción, comercialización y rentabilidad de un vivero de cacao en la parroquia San Carlos del cantón Quevedo, 2017*. Universidad Técnica

- Estatad de Quevedo . Los Ríos: UTEQ. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3336>
- PortalFruticola. (2019). *Qué es la tierra negra y cuáles son sus usos*. Obtenido de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/12/24/que-es-la-tierra-negra-y-cuales-son-sus-usos/>
- Quispe, D. (2022). *Manejo del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en Chipurana - San Martín*. Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5330>
- Ramírez, D. (2023). *Efecto de Bacillus Subtilis y Trichoderma spp. en el control de la Moniliasis (Moniliophthora Roreri) en el cultivo del cacao (Theobroma cacao L.) en Aguaytía*. Universidad Nacional de Ucayalli. Perú: UNU. Obtenido de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/6455>
- Ramírez, R. (2021). *Proyecto microempresario de producción de Humus de Lombriz en la parroquia Ancón*. Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/6300>
- Ramos, C. (2022). *Sostenibilidad del cultivo de cacao (Theobroma cacao) en el distrito minero de Ponce Enríquez: un enfoque desde el punto de vista de metales pesados*. Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador . Quito: AUSB. Obtenido de <https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/8953>
- Rivas, M. (2021). *Producción y comercialización del cacao y su incidencia en el desarrollo socioeconómico del cantón Portoviejo*. Universidad Nacional del Sur de Manabí . Jipijapa: UNESUM. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3747>

- Rosales, F. (2021). *Respuesta a la aplicación de cuatro dosis de algas marinas sobre las características agronómicas del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en vivero en Aguaytía*. Universidad Nacional de Ucayali. Perú: UNU. Obtenido de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5223>
- Solís, Z., Peñaherrera, S., & Vera, D. (2021). *Las enfermedades del cacao y las buenas prácticas agronómicas para su manejo*. Mocache: INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5747>
- Vélez, E., & Almeida, D. (2023). *Efecto de fungicidas sistémicos y protectores en el control de moniliasis y escoba de bruja en cacao*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Calceta: ESPAM. Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/2077>
- Vizcaíno, D. (17 de Marzo de 2015). *Agrocalidad*. Obtenido de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2014/12/GUIA-de-BPA-para-ARROZ.pdf>
- Zambrano, G., Campoverde, N., & López, J. (2019). *Optimización de la fermentación y secado de Cacao (Theobroma cacao L.) variedad CCN-51 mediante la metodología de enfoque por procesos en la comunidad de Zhucay*. Tesis de grado, Universidad Estatal de Milagro, Milagro. Obtenido de <https://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/4448>

9. Anexos

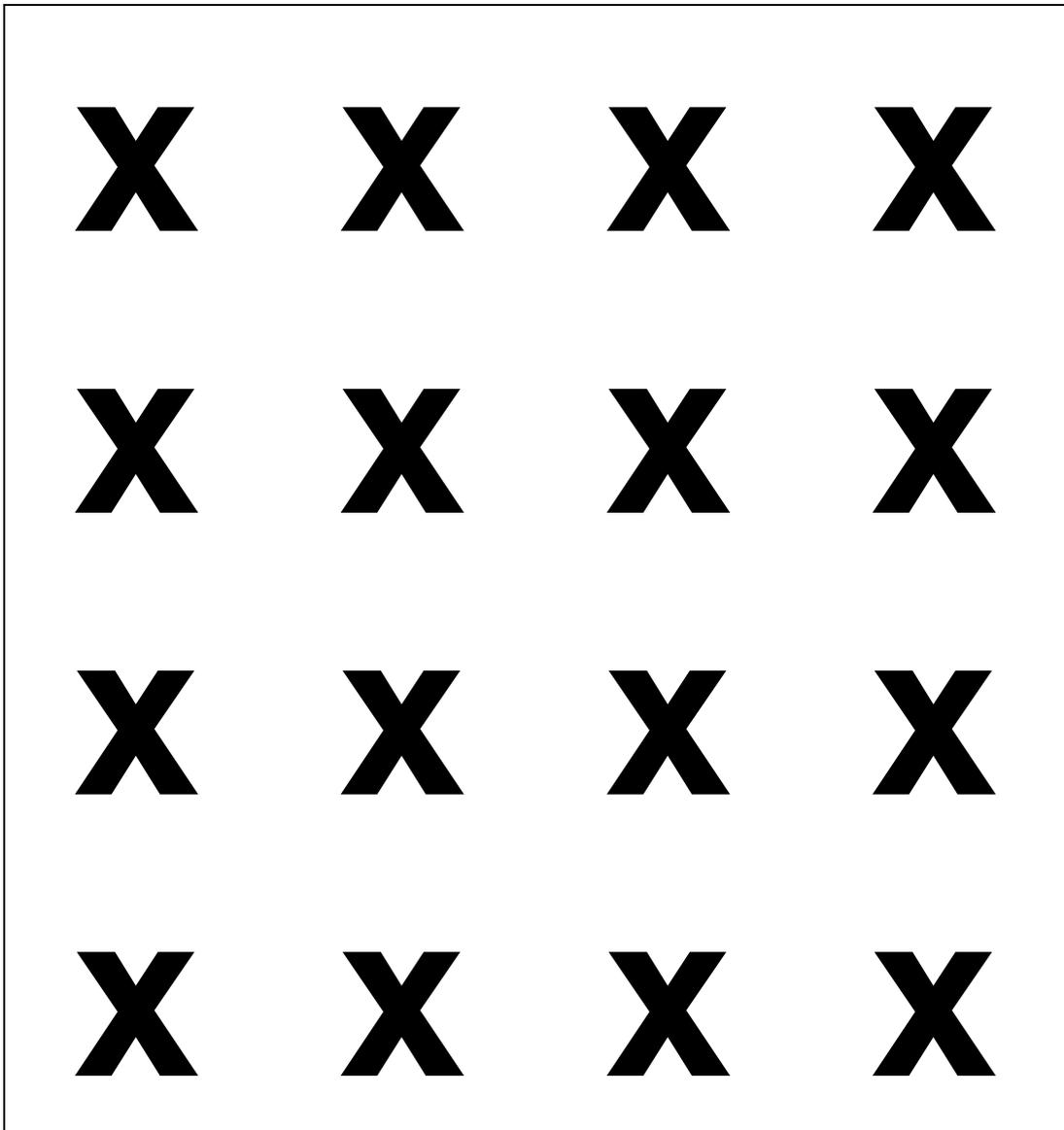


Figura 1. Unidad experimental
López, 2023

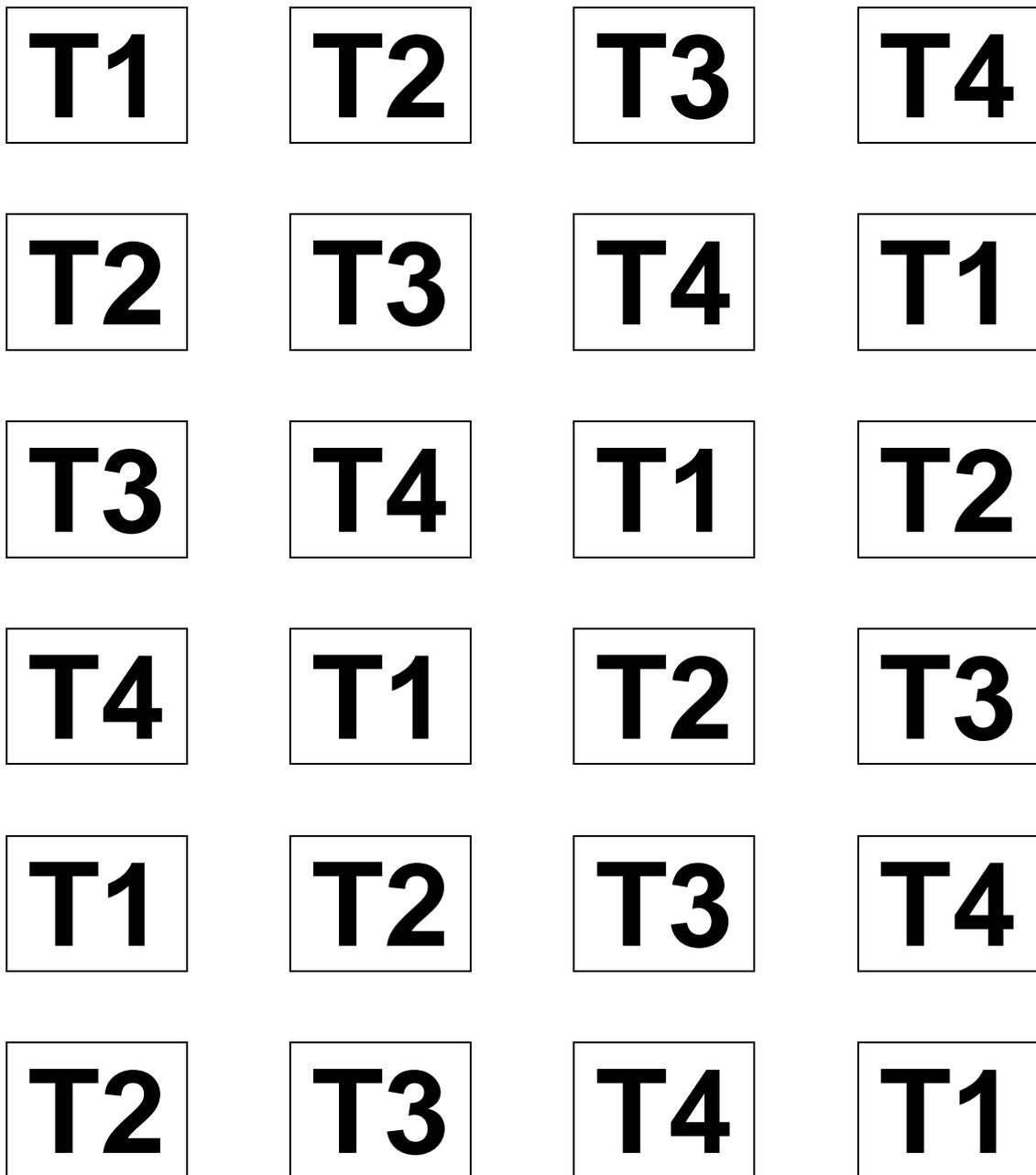


Figura 2. Diseño experimental (DBCA)
López, 2023

Tabla 7. Datos de campo de altura de planta (30 días)

Tratamientos	I	II	III	IV	V	VI	Promedio
T1: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (50% + 25% + 25%)	17	16	17	16	15	15	16,00
T2: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (30% + 35% + 35%)	16	16	17	15	16	14	15,67
T3: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (10% + 45% + 45%)	19	17	19	19	17	16	17,83
T4: Turba (Testigo comercial) 100%	15	17	16	14	17	15	15,67

López, 2023

Tabla 8. Análisis estadístico de altura de planta (30 días)**Altura de plantas (30 días)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de plantas (30 días)..	24	0,69	0,53	5,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	31,17	8	3,90	4,24	0,0078
Tratamientos	19,46	3	6,49	7,05	0,0035
Repeticiones	11,71	5	2,34	2,55	0,0735
Error	13,79	15	0,92		
Total	44,96	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,59558

Error: 0,9194 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Tierra negra + Humus d..	17,83	6	0,39 A
T1: Tierra negra + Humus d..	16,00	6	0,39 B
T4: Turba (Testigo comerci..	15,67	6	0,39 B
T2: Tierra negra + Humus d..	15,67	6	0,39 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,20289**

Error: 0,9194 gl: 15

Repeticiones	Medias	n	E.E.
3	17,25	4	0,48 A
1	16,75	4	0,48 A B
2	16,50	4	0,48 A B
5	16,25	4	0,48 A B
4	16,00	4	0,48 A B
6	15,00	4	0,48 B

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

López, 2023

Tabla 9. Datos de campo de altura de planta (90 días)

Tratamientos	I	II	III	IV	V	VI	Promedio
T1: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (50% + 25% + 25%)	39	38	39	37	36	36	37,50
T2: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (30% + 35% + 35%)	38	38	39	36	37	35	37,17
T3: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (10% + 45% + 45%)	41	39	41	40	38	37	39,33
T4: Turba (Testigo comercial) 100%	37	39	38	35	38	36	37,17

López, 2023

Tabla 10. Análisis estadístico de altura de planta (90 días)**Altura de plantas (90 días)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de plantas (90 días)..	24	0,78	0,67	2,54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	50,17	8	6,27	6,82	0,0008
Tratamientos	19,46	3	6,49	7,05	0,0035
Repeticiones	30,71	5	6,14	6,68	0,0018
Error	13,79	15	0,92		
Total	63,96	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,59558

Error: 0,9194 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Tierra negra + Humus d..	39,33	6	0,39 A
T1: Tierra negra + Humus d..	37,50	6	0,39 B
T4: Turba (Testigo comerci..	37,17	6	0,39 B
T2: Tierra negra + Humus d..	37,17	6	0,39 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,20289**

Error: 0,9194 gl: 15

Repeticiones	Medias	n	E.E.
3	39,25	4	0,48 A
1	38,75	4	0,48 A B
2	38,50	4	0,48 A B
5	37,25	4	0,48 A B C
4	37,00	4	0,48 B C
6	36,00	4	0,48 C

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

López, 2023

Tabla 11. Datos de campo de diámetro del tallo (30 días)

Tratamientos	I	II	III	IV	V	VI	Promedio
T1: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (50% + 25% + 25%)	2	1	2	3	1	2	1,83
T2: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (30% + 35% + 35%)	2	2	2	3	1	2	2,00
T3: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (10% + 45% + 45%)	3	2	3	2	2	3	2,50
T4: Turba (Testigo comercial) 100%	1	2	1	2	2	3	1,83

López, 2023

Tabla 12. Análisis estadístico de diámetro del tallo (30 días)**Diámetro de tallo (30 días)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro de tallo (30 días..	24	0,46	0,17	30,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,00	8	0,63	1,57	0,2139
Tratamientos	1,79	3	0,60	1,50	0,2542
Repeticiones	3,21	5	0,64	1,62	0,2161
Error	5,96	15	0,40		
Total	10,96	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,04875

Error: 0,3972 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Tierra negra + Humus d..	2,50	6	0,26 A
T2: Tierra negra + Humus d..	2,00	6	0,26 A
T1: Tierra negra + Humus d..	1,83	6	0,26 A
T4: Turba (Testigo comerci..	1,83	6	0,26 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,44793**

Error: 0,3972 gl: 15

Repeticiones	Medias	n	E.E.
6	2,50	4	0,32 A
4	2,50	4	0,32 A
3	2,00	4	0,32 A
1	2,00	4	0,32 A
2	1,75	4	0,32 A
5	1,50	4	0,32 A

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

López, 2023

Tabla 13. Datos de campo de diámetro del tallo (90 días)

Tratamientos	I	II	III	IV	V	VI	Promedio
T1: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (50% + 25% + 25%)	3	4	3	3	4	4	3,50
T2: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (30% + 35% + 35%)	4	3	3	5	3	4	3,67
T3: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (10% + 45% + 45%)	4	3	3	3	4	4	3,50
T4: Turba (Testigo comercial) 100%	3	4	3	2	2	3	2,83

López, 2023

Tabla 14. Análisis estadístico de diámetro del tallo (90 días)**Diámetro de tallo (90 días)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro de tallo (90 días..	24	0,33	0,00	21,35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,83	8	0,48	0,92	0,5253
Tratamientos	2,46	3	0,82	1,58	0,2363
Repeticiones	1,38	5	0,28	0,53	0,7508
Error	7,79	15	0,52		
Total	11,63	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,19929

Error: 0,5194 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2: Tierra negra + Humus d..	3,67	6	0,29 A
T3: Tierra negra + Humus d..	3,50	6	0,29 A
T1: Tierra negra + Humus d..	3,50	6	0,29 A
T4: Turba (Testigo comerci..	2,83	6	0,29 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,65577**

Error: 0,5194 gl: 15

Repeticiones	Medias	n	E.E.
6	3,75	4	0,36 A
1	3,50	4	0,36 A
2	3,50	4	0,36 A
5	3,25	4	0,36 A
4	3,25	4	0,36 A
3	3,00	4	0,36 A

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

López, 2023

Tabla 15. Datos de campo del número de hojas (primera evaluación)

Tratamientos	I	II	III	IV	V	VI	Promedio
T1: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (50% + 25% + 25%)	5	6	5	7	6	5	6
T2: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (30% + 35% + 35%)	6	6	7	7	4	5	6
T3: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (10% + 45% + 45%)	5	7	7	6	6	7	6
T4: Turba (Testigo comercial) 100%	6	5	5	4	5	6	5

López, 2023

Tabla 16. Análisis estadístico del número de hojas (primera evaluación)**Número de hojas (1eva)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de hojas (1eva)	24	0,30	0,00	17,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,17	8	0,77	0,81	0,6071
Tratamientos	4,17	3	1,39	1,45	0,2670
Repeticiones	2,00	5	0,40	0,42	0,8286
Error	14,33	15	0,96		
Total	20,50	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,62661

Error: 0,9556 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Tierra negra + Humus d..	6,33	6	0,40 A
T2: Tierra negra + Humus d..	5,83	6	0,40 A
T1: Tierra negra + Humus d..	5,67	6	0,40 A
T4: Turba (Testigo comerci..	5,17	6	0,40 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,24573**

Error: 0,9556 gl: 15

Repeticiones	Medias	n	E.E.
4	6,00	4	0,49 A
3	6,00	4	0,49 A
2	6,00	4	0,49 A
6	5,75	4	0,49 A
1	5,50	4	0,49 A
5	5,25	4	0,49 A

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

López, 2023

Tabla 17. Datos de campo del número de hojas (segunda evaluación)

Tratamientos	I	II	III	IV	V	VI	Promedio
T1: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (50% + 25% + 25%)	14	15	15	17	14	15	15
T2: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (30% + 35% + 35%)	16	17	15	15	16	16	16
T3: Tierra negra + Humus de lombriz + Bocashi (10% + 45% + 45%)	17	16	18	14	16	17	16
T4: Turba (Testigo comercial) 100%	15	14	15	16	15	15	15

López, 2023

Tabla 18. Análisis estadístico del número de hojas (segunda evaluación)**Número de hojas (2daEva)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de hojas (2daEva)	24	0,30	0,00	7,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,50	8	1,06	0,82	0,5980
Tratamientos	7,79	3	2,60	2,00	0,1570
Repeticiones	0,71	5	0,14	0,11	0,9886
Error	19,46	15	1,30		
Total	27,96	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,89523

Error: 1,2972 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Tierra negra + Humus d..	16,33	6	0,46 A
T2: Tierra negra + Humus d..	15,83	6	0,46 A
T1: Tierra negra + Humus d..	15,00	6	0,46 A
T4: Turba (Testigo comerci..	15,00	6	0,46 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,61660**

Error: 1,2972 gl: 15

Repeticiones	Medias	n	E.E.
6	15,75	4	0,57 A
3	15,75	4	0,57 A
1	15,50	4	0,57 A
4	15,50	4	0,57 A
2	15,50	4	0,57 A
5	15,25	4	0,57 A

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

López, 2023



Figura 3. Mezcla de sustratos en estudio
López, 2023



Figura 4. Preparación de la turba (testigo) para siembra
López, 2023



Figura 5. Llenado de fundas y riego
López, 2023



Figura 6. Delimitación de tratamientos en estudio
López, 2023



Figura 7. Primera toma de datos de altura de plantas
López, 2023



Figura 8. Segunda evaluación de altura de plantas
López, 2023



Figura 9. Toma de datos del número de hojas
López, 2023



Figura 10. Toma de datos del diámetro del tallo
López, 2023