



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DE ENMIENDAS DE BIOCHAR+HUMUS EN LA  
PRODUCTIVIDAD DE THEOBROMO CACAO L, Y EN EL PH DEL  
SUELO

CHAVEZ GALLEGOS YARITZA NATHALY  
INGENIERA AGRÓNOMA

MACHALA  
2021



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DE ENMIENDAS DE BIOCHAR+HUMUS EN LA  
PRODUCTIVIDAD DE THEOBROMO CACAO L, Y EN EL PH DEL  
SUELO

CHAVEZ GALLEGOS YARITZA NATHALY  
INGENIERA AGRÓNOMA

MACHALA  
2021



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TRABAJO TITULACIÓN  
TRABAJO EXPERIMENTAL

EVALUACIÓN DE ENMIENDAS DE BIOCHAR+HUMUS EN LA PRODUCTIVIDAD  
DE THEOBROMO CACAO L, Y EN EL PH DEL SUELO

CHAVEZ GALLEGOS YARITZA NATHALY  
INGENIERA AGRÓNOMA

BARREZUETA UNDA SALOMON ALEJANDRO

MACHALA, 27 DE SEPTIEMBRE DE 2021

MACHALA  
2021

# EVALUACIÓN DE ENMIENDAS DE BIOCHAR+HUMUS EN LA PRODUCTIVIDAD DE THEOBROMA CACAO L., Y EN EL pH DEL SUELO

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

2%

INDICE DE SIMILITUD

2%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

---

1

[polodelconocimiento.com](http://polodelconocimiento.com)

Fuente de Internet

1%

2

[repositorio.utmachala.edu.ec](http://repositorio.utmachala.edu.ec)

Fuente de Internet

1%

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 70 words

Excluir bibliografía

Activo

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, CHAVEZ GALLEGOS YARITZA NATHALY, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado EVALUACIÓN DE ENMIENDAS DE BIOCHAR+HUMUS EN LA PRODUCTIVIDAD DE THEOBRAMO CACAO L, Y EN EL PH DEL SUELO, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 27 de septiembre de 2021



CHAVEZ GALLEGOS YARITZA NATHALY  
0706739265

## **DEDICATORIA**

Mi sincera dedicación va en primer lugar a Dios por sus inmensas bendiciones que me han ayudado hacer persistente en todos los momentos de mis estudios.

Mis padres y hermanas por ser siempre los pilares a seguir estudiando, por sus inmensos esfuerzos que han hecho que termine la carrera.

En especial a Jesús Montaleza por su inmensa ayuda que han hecho que el transcurso del tiempo sea un ejemplo a seguir por sus palabras sabias.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por estar siempre en todos los momentos de mi vida, a la Facultad de ciencias agropecuarias y a los docentes por impartir sus conocimientos que han hecho que culmine la carrera de Ingeniería Agronómica.

A mis padres por su inmenso amor y por la educación que me han sabido ofrecer, a mis hermanas y cuñados por sus lindo consejo y ayuda en todo tiempo.

Al Ing. Salomón Barrezueta Unda PhD, por ser mi tutor y guiarme en todo el tiempo de mi tesis.

A Silvia Sotamba y Javier Montalván por compartir su linda amistad en todo momento.

# **EVALUACIÓN DE ENMIENDAS DE BIOCHAR+HUMUS EN LA PRODUCTIVIDAD DE THEOBROMA CACAO L., Y EN EL pH DEL SUELO**

## **RESUMEN**

**Autora:**

Yaritza Nathaly Chávez Gallegos

**Tutor:**

Salomón Barrezueta Unda, PhD

Ecuador es un país con gran producción de cacao CCN-51, que se caracterizan por sus condiciones edafoclimáticas, tipo de suelo ricos en nutrientes, que ayudan al cultivo de cacao por su fino aroma y calidad. El propósito de la producción de cacao es que todo sea de forma natural ayudando a mejorar el pH del suelo, producción de cacao, evitando los usos de fertilizantes químicos que ayudan a la degradación del suelo, baja fertilidad convirtiéndose en suelos pobres. Una de las alternativas es utilizar enmiendas orgánicas como abono, Biol, humus, esto mejoran el suelo y desarrollando con un alto contenido de materia orgánica, ayudando a las propiedades químicas, físicas, como principal se utilizó el biocarbon que es algo natural producido por las cascara de cacao por lo que se ha investigado que tiene muchas propiedades por ser un secuestrador de carbono que ayuda a mejorar el suelo aumentando materia orgánica y a la retención de agua, generando un impacto positivo al suelo. Para conocer los efectos de biochar depende de composiciones de la materia prima que se utiliza en el proceso. Como detallamos los citados el objetivo principal es analizar los impactos de las diferentes enmiendas al suelo mediante el uso de biochar+humus, en la productividad y el control de enfermedades de Theobroma cacao L, se realizó la cuantificación de parámetros agronómicos del cultivo, el pH del suelo, morfología de la mazorca de cacao. Se ejecutó la investigación experimental en campo, con la colección de cacao CCN-51 de la Finca Chávez Gallegos ubicado en el cantón El Guabo, donde se estableció el diseño completamente al azar donde se asignó 4 unidades de estudio con 15



repeticiones las dosis de cada tratamiento son: T0 (100 g de humus), T1 (25 g de biochar + 50 gr humus de lombriz + Biol), T2 (10 g de biochar + 100 g humus de lombriz + Biol), T3 (50 g de biochar) se realizó las cuantificaciones de las variables como numero de mazorcas enfermas y sanas, numero de cojinetes florales, también se recolecto 5 mazorcas por cada tratamiento, un vez realizado se procedió al peso de la mazorca, al peso de las 100 almendras de cacao en fresco y seco para cuantificar. Se realizó el análisis de suelo en el laboratorio para determinar el pH, materia orgánica del antes y después de la aplicación, dando un incremento alto con las dosis del biochar de cada tratamiento. Dando resultados positivos con las dosis de biochar en el número de mazorcas sanas y enfermas con los tratamientos de la última observación es T2, T0 siendo los mejores de todos, en el cojinete florales el que tuvo mayor efecto el biochar de la última observación es el T2, se evaluó el peso de la mazorca, pesó de las almendras en seco y fresco y el que tuvo mayor incrementó es el T2, T0 por su dosis de biochar+humus ayudado al peso que demuestra efectos muy positivos. Para una mejor producción y cantidad en el peso mazorca es recomendable la dosis T2 (10 g de biochar + 100 g humus de lombriz + Biol).

**Palabras Claves:** Biochar, suelo, cacao, mazorcas.

# **EVALUATION OF BIOCHAR + HUMUS AMENDMENTS IN THE PRODUCTIVITY OF THEOBROMA CACAO L., AND IN THE pH OF THE SOIL**

## **ABSTRACT**

### **Author**

Yaritza Nathaly Chávez Gallegos

### **Tutor**

Salomón Barrezueta Unda, PhD

Ecuador is a country with great production of CCN-51 cocoa, characterized by its edaphoclimatic conditions, a type of soil rich in nutrients, which help the cultivation of cocoa due to its fine aroma and quality. The purpose of cocoa production is that everything is in a natural way helping to improve the pH of the soil, cocoa production, avoiding the use of chemical fertilizers that help soil degradation, lowering fertility, becoming poor soils. One of the alternatives is to use organic amendments such as compost, Biol, humus, this improves the soil and developing with a high content of organic matter, helping the chemical, physical properties, as the main one, biocarbon was used, which is something natural produced by the cocoa shells, which is why it has been investigated that they have many properties because they are a carbon sequestrant that helps to improve the soil by increasing organic matter and water retention, generating a positive impact on the soil. To know the effects of biochar depends on compositions of the raw material that is used in the process. As we detail the aforementioned, the main objective is to analyze the impacts of the different amendments to the soil through the use of biochar + humus, in the productivity and control of Theobroma cacao L diseases, the quantification of agronomic parameters of the crop, the pH soil, cocoa pod morphology. The experimental research was carried out in the field, with the CCN-51 cocoa collection of the Chávez Gallegos farm located in the El Guabo canton, where the

completely randomized design was established where 4 study units were assigned with 15 repetitions the doses of each treatment are: T0 (100 g of humus), T1 (25 g of biochar + 50 gr of earthworm humus + Biol), T2 (10 g of biochar + 100 g of earthworm humus + Biol), T3 (50 g of biochar) The quantifications of the variables were carried out such as the number of sick and healthy pods, number of flower pads, 5 pods were also collected for each treatment, once carried out the weight of the pod was carried out, the weight of the 100 fresh cocoa beans and dry to quantify. Soil analysis was performed in the laboratory to determine the pH, organic matter before and after the application, giving a high increase with the doses of biochar of each treatment. Giving positive results with the doses of biochar in the number of healthy and diseased ears with the treatments of the last observation is T2, T0 being the best of all, in the floral bearing the one that had the greatest effect the biochar of the last observation is the T2, the weight of the cob was evaluated, the dry and fresh almonds weighed and the one that had the greatest increase is T2, T0 due to its dose of biochar + humus aided by weight, which shows very positive effects. For a better production and quantity in the cob weight, the T2 dose is recommended (10 g of biochar + 100 g worm humus + Biol).

**Keywords:** Biochar, soil, cocoa, pods.

## ÍNDICE GENERAL

|   |    |
|---|----|
| <b>DEDICATORIA</b> .....                                      | 1  |
| <b>AGRADECIMIENTO</b> .....                                   | 2  |
| <b>RESUMEN</b> .....  | 3  |
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....                                     | 12 |
| <b>I. REVISIÓN LITERARIA</b> .....                            | 14 |
| 1.1. Antecedentes del cacao .....                             | 14 |
| 1.2. Origen del cacao.....                                    | 14 |
| 1.3. Taxonomía .....  | 14 |
| 1.4. Descripción botánica .....                               | 15 |
| 1.4.1. Sistema Radicular.....                                 | 15 |
| 1.4.2. Tallos y ramas .....                                   | 16 |
| 1.4.3. Hojas .....  | 16 |
| 1.4.4. Flor.....  | 16 |
| 1.4.5. Fruto.....   | 17 |
| 1.5. Tipos de cacao a nivel mundial .....                     | 18 |
| 1.5.1. Criollo .....  | 18 |
| 1.5.2. Forastero.....   | 18 |
| 1.5.3. Cacao Trinitario.....                                  | 18 |
| 1.6. Tipo de cacao en Ecuador.....                            | 19 |
| 1.6.1. Cacao CCN-51 .....                                     | 19 |
| 1.7. Condiciones edafoclimáticas en el cultivo de cacao ..... | 19 |
| 1.7.1. Altitud .....  | 19 |
| 1.7.2. Temperatura .....                                      | 19 |
| 1.7.3. Precipitación.....                                     | 20 |
| 1.7.4. Luminosidad.....                                       | 20 |
| 1.7.5. Viento.....  | 20 |
| 1.7.6. Suelo .....  | 20 |
| 1.8. Componentes nutricionales del suelo .....                | 21 |
| 1.9. Labor cultural .....                                     | 21 |
| 1.9.1. Control de maleza.....                                 | 21 |
| 1.10. Principales enfermedades .....                          | 21 |
| 1.10.1. Moniliasis.....                                       | 21 |

|   |           |
|---|-----------|
| 1.10.2. Mazorca negra .....   | 22        |
| 1.12. Producción de cacao en Ecuador .....  | 23        |
| 1.13. Zonas productoras de cacao en Ecuador .....   | 23        |
| 1.14. Biocarbon .....   | 24        |
| 1.14.1. Pirolisis.....  | 24        |
| 1.15. Cal agrícola .....  | 24        |
| 1.16. Humus.....  | 24        |
| <b>II. MATERIALES Y MÉTODO .....</b>  | <b>26</b> |
| 2.1. Ubicación o localización del ensayo.....   | 26        |
| 2.2. Materiales genéticos .....   | 26        |
| 2.3. Materiales de campo.....   | 26        |
| 2.4. Materiales de laboratorio .....  | 26        |
| 2.5. Metodología .....  | 27        |
| 2.5.1. Diseño Experimental .....  | 27        |
| 2.5.2. Parámetro objeto de estudios.....  | 27        |
| 2.6. Descripción de las Variables dependiente: .....  | 27        |
| 2.7. Elaboración del biocarbón.....   | 29        |
| 2.7.1. Materiales.....  | 29        |
| 2.8. Recolección de cáscaras de cacao totalmente secas para la elaboración de biochar ..... | 29        |
| 2.9. Características y elaboración del tanque grande y mediano.....                         | 29        |
| 2.10. Preparación del biochar .....   | 30        |
| 2.11. Preparación de los tratamientos .....   | 30        |
| 2.12. Aplicación de los tratamientos .....  | 30        |
| 2.13. Muestreo de suelo.....  | 31        |
| 2.14. Análisis en el laboratorio.....   | 31        |
| <b>III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>  | <b>32</b> |
| 3.1. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza de las mazorcas sanas.....            | 32        |
| 3.2. Estadísticos descriptivo de las mazorcas enfermas .....                                | 34        |
| 3.3. Estadísticos descriptivos de los cojinetes florales.....                               | 36        |
| 3.4. Diagramas de cajas y bigotes del diámetro (cm) de mazorca .....                        | 38        |
| 3.7. Análisis del PH del suelo.....   | 40        |
| 3.8. Materia orgánica antes y después de la aplicación.....                                 | 41        |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>  | <b>42</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b> | <b>43</b> |
|---|-----------|

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.</b> Clasificación Taxonómica                                | 11 |
| <b>Tabla 2.</b> Producción mundial de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L) | 20 |
| <b>Tabla 3:</b> Tratamiento y dosis aplicadas.                          | 24 |
| <b>Tabla 4.</b> Estadísticos descriptivos de las mazorcas sanas         | 31 |
| <b>Tabla 5.</b> Estadísticos descriptivos de las mazorcas enfermas      | 33 |
| <b>Tabla 6.</b> Estadísticos descriptivos de los cojinetes florales     | 35 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Tallos y Ramas   | 12 |
| <b>Figura 2.</b> Hojas de cacao.  | 12 |
| <b>Figura 3.</b> Flor de cacao  | 13 |
| <b>Figura 4.</b> Fruto de cacao   | 13 |
| <b>Figura 5.</b> Recolección de las cascaras frescas y húmedas.   | 24 |
| <b>Figura 6.</b> Tanque cilíndrico grande y pequeño   | 25 |
| <b>Figura 7.</b> Procedimiento del biochar: A) Cáscaras secas en el tanque pequeño, B)<br>Tamizado del biochar  | 26 |
| <b>Figura 8.</b> Mezcla de humus+biochar  | 26 |
| <b>Figura 9.</b> Mezcla de humus+biocharión del biochar   | 27 |
| <b>Figura 10.</b> Recolección de muestra.   | 28 |
| <b>Figura 11.</b> Número de mazorcas sanas de: a) Primera observación, b) Última observación<br>del cacao CCN-51                                      | 30 |
| <b>Figura 12.</b> Numero de mazorcas enfermas de: a) Primera observación del cacao CCN-51   | 32 |
| <b>Figura 13.</b> Numero de cojinetes florales de: a) Primera observación, b) Última observación<br>del cacao CCN-51.                                 | 33 |
| <b>Figura 14.</b> Gráficos de cajas y bigotes de: a) diámetro (cm) de la mazorca de cacao CCN-<br>51, b) largo (cm) de mazorcas de cacao CCN-51       | 35 |
| <b>Figura 15.</b> Gráficos de cajas y bigotes de: a) peso (g) de la mazorca de cacao CCN-51, b)<br>número de almendras de cacao CCN-51                | 36 |
| <b>Figura 16.</b> Gráfico de cajas y bigotes de: a) peso (g) de almendras húmedas de cacao CCN-<br>51, b) peso (g) de almendras secas de cacao CCN-51 | 37 |
| <b>Figura 17.</b> Grafico del pH del suelo  | 38 |
| <b>Figura 18.</b> Porcentaje de la materia orgánica   | 39 |



## INTRODUCCIÓN

*Theobroma cacao L.*, se cultiva en pequeña escala en muchos países del trópico, y proporciona una fuente de ingresos económicos para las familias de agricultores. Por otra parte, algunos tipos de cacao son considerados como cacao fino de calidad superior, sabores y aromas especiales cuyas propiedades físicas, organolépticas y químicas son percibidas e identificadas claramente (ICCO, 2018). Por otra parte, La degradación de los suelos en los cultivos de cacao es debido a la alta aplicación directa de fertilizantes de origen químico que contiene nitrogenados, suelo arcilloso adherido, franco arenoso y franco limoso con textura suelta ayuda a mejorar producción de cacao y con un pH ácido y neutro (Mamani and Fuentes 2018).

Ecuador es uno de los países que se caracteriza por la producción de cacao fino de aroma; es por ello que incentiva el uso de enmiendas orgánicas que aportará a un desarrollo óptimo en el cultivo de cacao permitiendo la obtención de un mejor suelo productivo, evitando la pérdida de fertilidad natural, disminución de microorganismos, enfermedades y el aumento de plagas en el cacao. La mayor producción de cacao en el Ecuador en el período 2011-2019 tuvo un crecimiento anual superior al 6% en las provincias de Guayas, Esmeraldas, Los Ríos y Santo Domingo, mientras que Manabí con un porcentaje menor de 0,37% (Sánchez et al. 2019). Pero este crecimiento aunque positivo está limitado al recurso suelo.

La siguiente investigación tiene como objeto de estudio el uso de biochar, insumo utilizado como una enmienda edáfica que permitirá aumentar los niveles de materiales orgánicos en el suelo. El biochar es un nutriente rico en carbono, obtenido a parte de la pirolisis de desperdicios orgánicos (Meter, Atkinson, and Labiberte 2019). El biochar al integrar con humus+ Biol como enmienda orgánica que ayuda a la producción y a la calidad de cacao (Cargua Chávez, Echeverría Arangundi, and Cedeño García 2020). Los objetivos planteados en la investigación son.

## **Objetivo General**

Analizar los impactos de las diferentes enmiendas al suelo mediante el uso de biochar+humus, en la productividad, control de enfermedades de *Theobroma cacao L.*, y el pH del suelo, materia orgánica; y a su vez caracterizar los impactos de las diferentes enmiendas al suelo, en la morfología de la mazorca de cacao.

## **Objetivos específicos**

- Caracterizar los impactos de las diferentes enmiendas al suelo biochar+humus en la morfología de la mazorca de cacao.
- Relacionar los impactos de las enmiendas al suelo biochar+humus en la productividad y el control de las mazorcas enfermas en planta de cacao.

## I. REVISIÓN LITERARIA

### 1.1. Antecedentes del cacao

Se ha identificado a México y Centroamérica como regiones de domesticación de este producto, debido a que se ha encontrado prueba de su uso y domesticación; han existido indagaciones que señalan la antigüedad del uso cultural del cacao (*Theobroma cacao L.*), se reconoce a la cultura de Zamora Chinchipe, que fueron los primeros en el mundo en usar la planta de cacao con objetivos alimenticios, hace alrededor de 5.300 años (Acuña 2020).

La cultura e historia relacionada al cultivo del cacao (*Theobroma cacao L.*), está acreditado a la exportación de esta especie tan preciada, por ser una actividad de gran peso en la economía ecuatoriana, que comprende el tercer producto exportado.

Según García-Vidal, Guzmán-Vilar, and Campdesuñer 2017 menciona que en Santo Domingo el cacao constituye una fundamental fuente de trabajo y se cree que alrededor de 600000 personas permanecen asociadas de manera directa a la actividad.

### 1.2. Origen del cacao

*Theobroma cacao* se dio en los trópicos de América del Sur. El centro de procedencia está en el noroeste de América del Sur, en el Amazonas. De esta forma lo determinan las pruebas en restos arqueológicos hallados en la provincia de Zamora Chinchipe (Anecacao 2015).

Según (Páez and Espinoza, 2015) mediante investigaciones del origen del cacao, se estableció en los pueblos Olmecas, Mayas y Aztecas por su antigüedad y el uso que estos le dieron a sus granos, ya que la leyenda es del encuentro del Emperador Azteca Moctezuma con el conquistador Español Hernán Cortés, en el que lo invita al europeo a tomar una taza de chocolate eso se utilizaba para rituales y ceremonias y era considerado como un alimento sagrado por su inmenso sabor.

### 1.3. Taxonomía

*Theobroma* se encuentra en las selvas de América Tropical con una altura de 1.400 msnm con un temperatura medias anuales superiores que necesita mucha humedad con una cubierta que proteja de la evaporación y de una luminosidad directa (ICCO, 2015).

El cacao es un árbol perteneciente a la familia de las Sterculiaceae que se encuentra en el cuadro 1, que contienen numerosas variedades y formas que cuentan con muchas especies que se encuentran en México (Otsuki et al, 2013).

**Tabla 1.** Clasificación Taxonómica

| <b>Reino</b>      | <b>Vegetal</b>            |
|-------------------|---------------------------|
| <b>Subreino</b>   | Tracheobionta             |
| <b>Division</b>   | Magnoliophyta             |
| <b>Clase</b>      | Magnoliopsida             |
| <b>Subclase</b>   | Dillenidea                |
| <b>Orden</b>      | Malvales                  |
| <b>Familia</b>    | Esterculiácea             |
| <b>Subfamilia</b> | Byttnerioideae            |
| <b>Tribu</b>      | Theobromeae               |
| <b>Genero</b>     | Theobroma                 |
| <b>Especie</b>    | <i>Theobroma cacao</i> L. |

#### **1.4. Descripción botánica**

*Theobroma cacao* L, es un árbol que puede alcanzar a una altura de 3 a 6 metros, el tronco es ortotrópico donde se forma el verticilo de 80 a 100cm de altura y brotan sus ramas laterales y poseen hojas de color verde con estructura finas y mazorcas esféricas, elipsoidal, ovoide, con un largo de 10 a 35 cm y se adaptan en climas cálidos y húmedos (Romero, 2016).

##### **1.4.1. Sistema Radicular**

Es una raíz primaria que puede penetrar más de 2 m de profundidad del suelo, ayudando al anclaje y evitando el volcamiento de la planta; además posee un amplio sistema de raíces laterales superficial que está distribuidas a 15 cm del suelo que su función consiste en la absorción de nutrientes (Armitage, 2018).

#### **1.4.2. Tallos y ramas**

Su crecimiento es vertical si el tallo se origina de una semilla, a la altura de 1 metro se forman varias ramas que a su vez pueden ser entre 3 a 5 ramas, además en el tallo principal sale un nuevo hijo (chupón) su crecimiento también es vertical con una altura de 2 a 3 metros (Echeverri Rodríguez, 2013).



**Figura 1.** Tallo y Ramas  
**Fuente.** Autor

#### **1.4.3. Hojas**

Sus hojas son de tamaño variables según su genética, el color en estado de crecimiento y adulto son diferentes, sus hojas son alternadas, con una longitud de 20 a 35 cm de ancho tiene forma lanceolada a ovaladas de color verde claro y verde oscuro cuando alcanzan su madurez, cada una de ellas se cuelgan de un peciolo (Batista, 2009).



**Figura 2.** Hojas de cacao.  
**Fuente.** Autor

#### **1.4.4. Flor**

La flor de cacao es muy delicada y bella, además de tener una composición compleja, ellas crecen de manera directa del tronco del árbol o en las ramas, brotan miles de flores pequeñas (FAO, 2009).

Su diámetro es 10 a 20 mm de ancho, y el pedúnculo floral es 1 a 3 cm de largo, sépalos son de color blanco o rosa claros de 5 a 8 mm de largo y su ancho de 1.5 a 2mm son menos largos que los pétalos y son hermafroditas (Arvelo Sánchez et al, 2017).



**Figura 3.** Flor de cacao  
**Fuente.** Autor

#### **1.4.5. Fruto**

Es una baya grande comúnmente nombrada “mazorca”, su forma es oblonga a elíptica, y amarilla o purpúrea, contiene 30 a 40 semillas en cada mazorca, es puntiaguda y con rugosidad ligera con un largo de 15 a 30 cm y su grueso de 7 a 10 cm, y cada fruto varían sus características por sus genes (Ministerio de Agricultura, 2012).

Para la maduración del fruto puede alterar por el genotipo pueden existir entre 5 a 7 meses un total de 150 a 210 días, y por el medio ambiente si el clima es húmedo y cálido las mazorcas maduran con rapidez (Johnson, Bonilla, and Agüero, 2008).



**Figura 4.** Fruto de cacao  
**Fuente.** Autor

## **1.5. Tipos de cacao a nivel mundial**

Algunas investigaciones se basan en el desarrollo del cacao fino y de aroma buscando un material genético que ayude a controlar las enfermedades, plagas (Durán and Dubón, 2016).

### **1.5.1. Criollo**

Es un fruto (baya) que contiene alrededor de 20-40 semillas, este tipo de plantas se han evidenciado en las selvas tropicales de América del sur; hace más de 3000 años han sido domesticadas en América central (Mejía et al, 2020).

Sus frutos tienen paredes finas, de color rojo o amarillo, con un sabor y aroma exquisita de gran calidad y son los más sensibles a muchas patologías (FAO, 2009).

### **1.5.2. Forastero**

Su características son amelonada, muy lisas, con rugosidad ligera, con pocos surcos profundos, su cáscara es muy gruesa, el grano es menos pequeño que el del criollo y el color de la almendra es violeta oscuro (Rojas et al, 2012).

El cacao forastero es nativo de la Alta Amazonía, es el de más grande producción en los países Africanos y Asia, muy resistente, con poco aroma; tiene un sabor amargo, con un ácido tanino y astringencia, tiene un excelente beneficio como cosecha precoz, vigoroso, resistente a todo tipo de enfermedad, se exporta en toda la costa de marfil son los que lideran a nivel mundial (Romero, 2016).

### **1.5.3. Cacao Trinitario**

Este tipo de cacao tiene sus cruces paternas de los cacao tipo criollo y forastero donde se dio origen al cacao tipo trinitario, además su nombre lo lleva por la Isla Trinitaria, donde se dio el cruce de estas especies, así mismo sus características morfológicas son similares al tipo criollo como el fruto, semillas, rico sabor, aroma y la robustez del forastero (Durán and Dubón, 2016).

## **1.6. Tipo de cacao en Ecuador**

### **1.6.1. Cacao CCN-51**

(Quintana Fuentes and Gómez Castelblanco, 2011) Según ellos han seleccionado el clon CCN51 y que es estudiado por Homero Castro hace bastante tiempo 30 años, descubrió a la población de cacao en Amazonias del Ecuador, recopilando material genético para usarlos en programas de cruzamiento con otras Variedades Trinitarias y otros cultivos, intentando encontrar un clon de alta calidad y de gran productividad resistente a las patologías y plagas.

Según (Pallares et al, 2016) el cacao CCN -51 también se utiliza como materia prima en la preparación de chocolatería exquisita, tiene bajas tonalidades de sabor a fruta y aspectos florales.

En el país el CCN-51 es uno de los más cultivados por sus propiedades, su elevado rendimiento y por el buen contenido de grasas, a diferencia del nacional es su sabor y aroma es inferior (Recalde et al, 2012).

## **1.7. Condiciones edafoclimáticas en el cultivo de cacao**

Las condiciones ambientales son componentes para el cultivo de cacao para un buen desarrollo e incremento de la producción según el lugar, y estos factores se presentan en el periodo de floración, brotamiento y la cosecha (Citrullus and Melón, 2009).

### **1.7.1. Altitud**

Para una mejor altitud en el cultivo de cacao es necesario que se aproxime a la línea Ecuatorial de la tierra lo más óptimo de la altitud es desde el nivel del mar hasta los 1200 m depende de la latitud del lugar y temperatura (Lépido Batista, 2015).

### **1.7.2. Temperatura**

Es un componente principal para el cultivo de cacao que ayuda a la interacción en el desarrollo, floración y fructificación, en temperatura baja su capacidad de floración es corta, en su desarrollo del fruto es rápida, interviene al control en las raíces y brotación del cultivo, para un mejor rendimiento su temperatura óptima es de 25°C (Ministerio, 2011).



### **1.7.3. Precipitación**

La precipitación óptima para el cacao es 1,400 y 3,000 mm, respectivamente y óptima de 1,500 a 2,500 mm bien distribuidos a lo largo del ciclo, y se excedan los 2,600 mm, puede afectar la producción del cacao. Si se observa una disminución al déficit de agua en los meses con una carencia de 100 mm se forma un déficit hídrico lo que puede afectar directamente a la floración y al brote de hojas nuevas (R. A. Gómez et al, 2014).

### **1.7.4. Luminosidad**

La luz es otro de los componentes del medio ambiente de trascendencia para el desarrollo del cacao en especial para la fotosíntesis, la cual baja magnitud aunque la planta se encuentre a plena exposición solar. Para un cultivo ya establecido, se estima sembrar árboles u otros cultivos para que hagan sombra al cultivo de cacao la magnitud lumínica tiene que ser menor de 50%, para un mayor aumento de luz tiene que ser más del 50% de rendimiento (Mejía Córdoba et al. 2017)

### **1.7.5. Viento**

La planta se ve afectada por el constante viento, hacen que las hojas vayan perdiendo su humedad lo que causa que se sequen las hojas, y ellas dejan de producir frutos y de crear ramas, por lo que usan la reserva para poder restaurar nuevas hojas (Echeverri Rodriguez 2013)

### **1.7.6. Suelo**

El tipo de suelo es lo primordial de conocer, en un suelo arcilloso sus raíces son profundas y finas y con suelo franco arenoso, sus raíces se expanden y gruesas, estos tipos son considerados para una buena productividad de cacao y para una buena aireación, es necesario que sus raíces se profundicen más de un metro. Todo suelo tiene que tener un buen drenaje, en caso que no tenga es necesario hacer canales para la salida del agua (Johnson et al. 2008). Para conocer el pH del suelo es necesario hacer análisis químicos que ayudan a la productividad del suelo y los nutrientes que se encuentran, y sus valores óptimos son 6.0 y 7 (Quiroz and Mestanza, 2012)

## **1.8. Componentes nutricionales del suelo**

El cultivo de cacao necesita nutrientes que aparecen a los 5 años después de establecerse manteniendo dicha tasa de absorción eficaz en la plantación. Los nutrientes más absorbidos son:

- Potasio (K)
- Nitrógeno(N)
- Calcio (Ca)
- Magnesio (Mg)

Es necesario que también el elemento potasio (K) se disponga en las cáscaras de cacao y cada nutriente ayuda al árbol a hacer vigoroso (López et al, 2015)

En una investigación que se realizó los suelos disminuyeron los nutrientes nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) a medida que se acidifica el suelo (Rosas-Patiño, Puentes-Páramo, and Menjivar-Flores, 2019)

## **1.9. Labor cultural**

### **1.9.1. Control de maleza**

En toda plantación se debe hacer las labores culturales que ayude a mejorar las plantas y consiste en el corte de malezas al nivel del suelo sin afectar las raíces de los cacaotales debido a que se hallan bastante superficialmente se conoce que la maleza compete con el cultivo por los nutrientes (AppCacao, 2013).

## **1.10. Principales enfermedades**

### **1.10.1. Moniliasis**

El origen de la moniliasis fue en la región de Quevedo de Ecuador, es la principal causante y fue descrita en el año 1916 por J.B Rores (Yerovi 2003).

En Ecuador la Moniliasis es una enfermedad que es causada por el hongo *Moniliophthora roreri* consisten en la aparición de aspectos verdes oscuros y luego se hacen manchas café y aparecen a los 15 y 30 días de infectarse y que causa daño principal a las mazorcas y aparecen

una mancha de color oscuro y borde irregular, que se cubren al principio de una composición algodonosa blanca que después se vuelve grisácea, desprendiéndose esporas del fruto (Rojas et al, 2013).

### **1.10.2. Mazorca negra**

Es una enfermedad que causa en todo el mundo pérdidas de frutos de cacao se estima que 450,00 TM por cada año. Esta puede causar en diferentes partes del cultivo pero la principal es en el fruto más cercano a su madurez (Oscar and Ramírez 2019) Sus síntomas aparecen una mancha café de margen regular hasta que la mazorca esté envuelta en todo su alrededor por el hongo *Phytophthora palmivora* lo que causa pudrición y en poco tiempo el fruto se cubre de espora se contagia por el viento, insectos, por la corriente de agua y ella se activan cuando es tiempo lluvioso (Phillips and Cerda, 2009).

### **1.11. Producción de cacao en el mundo**

En año 2015-2016 la producción está en primer lugar el continente africano con 73,4%, continuando por América con 16,6, Asia y Oceanía con 10%. Es el líder Ecuador por su cacao fino y de aroma, con características organolépticas diferentes, con gran exportación y producción mundial del 61% por la calidad (Sergio Leonardo 2018).

Costa de Marfil y Ghana siguen siendo los principales países productores de cacao. Después de que la producción en Costa de Marfil aumentará significativamente hace unos años, la producción se estabilizó en alrededor de 2,1 millones de toneladas, con 800.000 toneladas adicionales en Ghana. Los dos países cosechan mundialmente más del 60% en producción de cacao. Los avances más importantes en la producción de cacao en los últimos años han sido la sociedad entre Ghana y Costa de Marfil (C. Fountain and Huetz-Adams 2020)

### **Tabla 2.** Producción mundial de cacao (*Theobroma cacao L*)

En el cuadro # 2 se observa 10 países principales productores a nivel mundial de cacao.

| Área                        | Valor (toneladas) |
|-----------------------------|-------------------|
| <b>Costa de Marfil</b>      | 1718365.4         |
| <b>Ghana</b>                | 830873.1          |
| <b>Indonesia</b>            | 713871.6          |
| <b>Nigeria</b>              | 348531.1          |
| <b>Camerún</b>              | 261711.8          |
| <b>Brasil</b>               | 249382.5          |
| <b>Ecuador</b>              | 185680.7          |
| <b>Perú</b>                 | 91136.2           |
| <b>República Dominicana</b> | 74021.7           |
| <b>Colombia</b>             | 61387.4           |

Fuente: (FAO, 2021)

### 1.12. Producción de cacao en Ecuador

Según (CEPAL 2015) la historia del cacao en las exportaciones de materias primas en todo el mundo permitieron crear ingresos económicos en el país, de la misma forma la producción del grano de cacao ha registrado un incremento esencial de \$850 (millones de dólares) durante el año 2020, en comparación con el año 2019 de \$720 (millones de dólares).

La producción de cacao en todo el mundo ha crecido de manera constante en los últimos años, primordialmente en África. Ecuador predomina entre los países latinoamericanos con un 4% y Brasil 3% en el mundo. En el año 2020, el 70% de la producción mundial de cacao en grano de la especie Theobroma ha sido producido en África, mientras tanto que un 14% en Latinoamérica; el Ecuador en el 2019 se ha convertido en el primer exportador de cacao en grano en América y ocupa el cuarto puesto, lo cual esto ha sentido ingresos económicos en el país, permitiendo que en lo comercial tenga menos déficit. (Carranza et al. 2020)

### 1.13. Zonas productoras de cacao en Ecuador

En Ecuador su producción de cacao se encuentra en las 23 provincias y se produce como un "cultivo único" o cultivos en combinación con otras especies. El cultivo del cacao está más centrado en zonas costeras (Los Ríos, Guayas, Manabí, Esmeraldas, El Oro) y en los Andes y ahora también se da en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Napo. En Orellana y Sucumbíos las provincias, se estima que la superficie de cacao en países se ha incrementado en unas 20.000 hectáreas en los últimos años, convirtiendo a la región en uno de los principales proveedores de cacao en un solo año, específicamente Zamora Chinchipe, está

ingresando paulatinamente en el cuadro de los productores de Cacao fino y de aromas con el mayor rendimiento en el cacao CCN-51 (1,55 t/ha/años) (Guilcapi, 2018).

#### **1.14. Biocarbon**

El biocarbón es un producto obtenido por la pirolisis solamente donde hay suficiente biomasa disponible, tal es la situación de los subproductos de ocupaciones agroforestales o residuos orgánicos urbanos, que tienen la posibilidad de ser utilizados como materia prima para mejorar el suelo, y tiene muchas propiedades en el campo agronómico, en la producción de cacao (Escalante et al. 2016).

Se puede observar que algunos suelos están escasos del elemento nitrógeno esto se debe a que aplican un fertilizante inorgánico, mejor usar enmienda que ayuden a retener nitrógeno se hace que el suelo sea fértil, mayor desarrollo en el cultivo de cacao (Rebolledo, López, and Moreno 2016)

##### **1.14.1. Pirolisis**

Es un proceso térmico de la biomasa restringido de oxígeno y aire, y se escoge el tipo de equipo que ayude a la evolución termoquímica de la materia, tipos de reacción química es desvolatilización son sólido, gas, líquido, hay medidas que se requiere para que el proceso sea mejor temperatura alta, entornos de la atmósfera (A. Gómez, Klose, and Rincón 2008). Para una mejor pirolisis su temperatura es 400 a 900 °C (Milian et al, 2020).

#### **1.15. Cal agrícola**

Es una enmienda correctora que ayuda a corregir a suelo ácidos por su alta toxicidad de aluminio en las raíces, a la vez contribuye calcio para el crecimiento y desarrollo de la planta, con el fin de mejorar la aireación del suelo para que las plantas asimilen todos los nutrientes (Soprocál, 2011).

#### **1.16. Humus**

Se origina desde productos intermedios de la degradación, como son los ácidos poliurónicos, color marrón oscuro. En la materia orgánica del suelo, el humus representa del 85 al 90 %

del total, poseen elementos ricos en nitrógeno, potasio, calcio, magnesio (Garro and Sierra Tobón, 2017).

En la agregación de materia orgánica al suelo destaca la integración de humus de lombriz, ya que tiene un alto contenido en fibra bacteriana y elevado contenido de nutrientes asimilables para las plantas (Salinas, Sepúlveda, and Sepúlveda, 2014).

### **1.17. Biol**

El abono líquido orgánico a base de vegetal o estiércoles de ganado es una composición económica, nutritiva que ayuda a la estructura del suelo, a un gran desarrollo en la planta y productividad. El Biol tiene una composición de materia orgánica que interviene en la calidad, cantidad de un suelo fértil porque contiene nutrientes ricos en humus. Su beneficio ayuda al mejoramiento del suelo, plantas, debido a un alto contenido de sustancia que regulan el crecimiento y su actividad fisiológica generando un material vegetal muy bueno y productivo (Sistema Biobolsa, 2011).

## **II. MATERIALES Y MÉTODO**

### **2.1. Ubicación o localización del ensayo**

El presente trabajo se realizó con la colección de cacao CCN-51 de la Finca Chávez Gallegos ubicado en el cantón El Guabo, vía la Troncal en la entrada a las cascadas de Manuel, a 2km con una latitud  $3^{\circ}12'22.8''S$  y longitud  $79^{\circ}44'12.4''W$ .

### **2.2. Materiales genéticos**

Se procedió al estudio de 60 accesiones de cacao CCN-51 de la Finca Chávez Gallegos, tiene 4 años el cultivo de cacao a una distancia de siembra de  $3 \times 3$  m.

### **2.3. Materiales de campo**

- Machete
- Pala
- Fundas
- Piola
- Etiquetas
- Cámara fotográfica
- Libreta de notas
- Tijera de podar
- Balanza
- Cinta métrica

### **2.4. Materiales de laboratorio**

- Muestra de suelo seco y tamizada a 2 mm
- Balanza
- Balón Aforado de 100 ml
- Cámara de extracción
- Pipetas aforadas de 10 y 20 ml
- Vaso graduado

- Pipeta graduada

## 2.5. Metodología

### 2.5.1. Diseño Experimental

Se procedió a efectuarse en una finca, donde se seleccionó una parcela, se estableció el diseño completamente al azar donde se asignó 4 unidades de estudio con 15 repeticiones en el cual se detalla en la tabla 3.

**Tabla 3:** Tratamiento y dosis aplicadas.

| <b>Tratamiento</b> | <b>Componentes (g)</b>                          |
|--------------------|---|
| <b>Cacao (T0)</b>  | 100 g de humus                                  |
| <b>Cacao (T1)</b>  | 25 g de biochar + 50 g humus de lombriz + Biol  |
| <b>Cacao (T2)</b>  | 10 g de biochar + 100 g humus de lombriz + Biol |
| <b>Cacao (T3)</b>  | 50 g de biochar                                 |

Los insumos utilizados en el presente trabajo fueron: cal agrícola, biochar de cáscara de cacao, humus de lombriz, Biol, fertilizante rico en fósforo (P) y potasio (K).

### 2.5.2. Parámetro objeto de estudios

En la siguiente investigación se midieron parámetros como: número de mazorcas, número de mazorcas enfermas, número de mazorcas sanas, número de semilla, número de cojinete florales, diámetro de la mazorca, longitud de la mazorca, peso de mazorca, peso de semilla húmeda, peso de semilla en seco.

## 2.6. Descripción de las Variables dependiente:

- Número de mazorcas



Se realizó el conteo total de mazorca cada 15 días, por planta de cada tratamiento con el fin de obtener resultados.

- Número de mazorcas enfermas

Se procedió al conteo de las mazorcas enfermas causada por el hongo *Moniliophthora roreri* o *Phytophthora spp*, para la evaluación total de las enfermedades.

- Número de mazorcas sanas

Se hizo el conteo desde la semana que se aplicó la enmienda el total de mazorcas sanas.

- Número de semilla por mazorca

Se procedió hacer en la semana de agosto el conteo de 5 mazorcas por cada tratamiento, después se sustrae las semillas para el conteo.

- Número de cojinetes florales

El número de cojinete floral se procedió a hacer el conteo de las 15 plantas de cada tratamiento, y la toma de datos se hizo cada 15 días.

- Peso, diámetro, longitud de la mazorca

Escogió 5 mazorca de cada tratamiento para realizar las mediciones de cada mazorca se utilizó una balanza, cinta métrica se anotaron los parámetros que son:

- Peso de la mazorca
- Diámetro de la mazorca
- Longitud de la mazorca
- Peso de semilla húmeda y en seco

Se recolectó 5 mazorcas de cada unidad de tratamiento con el fin de sacar el porcentaje total del peso de las semillas frescas y secas.

## 2.7. Elaboración del biocarbón

### 2.7.1. Materiales

- Tanque cilíndrico grande y mediano
- Cáscara de cacao seco

## 2.8. Recolección de cáscaras de cacao totalmente secas para la elaboración de biochar

Fueron recolectadas de la misma finca y se procedió a secar en un plástico blanco durante 15 días al ambiente, la materia fresca su peso fue de 168 lb y en seco 20 lb.



**Figura 5.** Recolección de las cascaras frescas y húmedas.

## 2.9. Características y elaboración del tanque grande y mediano

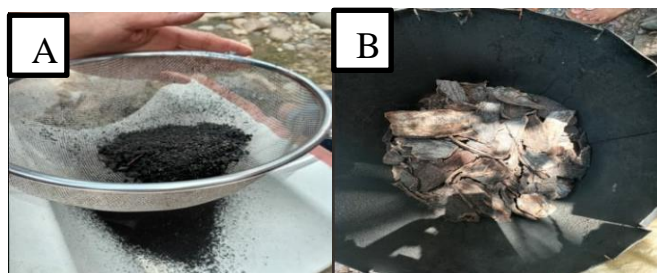
En la fabricación de los tanque de horno se procedió a revisar el artículo de (Marin Armijos, García Batista, and Berrezuela-Unda, 2018) a base de eso se elaboró dos tanques con características similares, el tanque cilíndrico grande con dos espacios a los lados, que sirve para colocar leña y producir el fuego, con medidas del cilindro de un largo de 120 cm y un diámetro de 50 cm con su respectiva tapa metálica, en cual se coloca dentro, el tanque pequeño donde se deposita la cáscara de cacao con un largo es 70 cm y un diámetro de 40 cm



**Figura 6.** Tanque cilíndrico grande y pequeño

## 2.10. Preparación del biochar

El biochar se realizó en el Cantón El Guabo en un espacio vacío, se procedió a realizar la actividad de la pirolisis, se busca los tanques, leñas, cáscara de cacao secas, se procedió a ubicar el tanque grande donde se va hacer el fuego, en la partes inferior hay dos orificios se ubica las leñas, se introdujo el tanque pequeño para poner la cáscara de cacao para llevar a cabo la pirolisis con una duración de 1 hora con el fin de obtener el biochar, después se tritura se tamiza el biochar.



**Figura 7.** Procedimiento del biochar: A) Cáscaras secas en el tanque pequeño, B) Tamizado del biochar

## 2.11. Preparación de los tratamientos

Se realizó la mezcla de los tratamientos a base de biochar, humus de lombriz, Biol en partes diferentes en un vaso, y fueron señalados en cada funda los tratamientos su cantidad.



**Figura 8.** Mezcla de humus+biochar

## 2.12. Aplicación de los tratamientos

- Se realizó la aplicación de cal agrícola, 29 de mayo de 2021 para mejorar la actividad microbiana y corregir la acidez del suelo.
- La primera aplicación 12 de junio de 2021
- La segunda aplicación 10 de julio de 2021

- Se aplicó la dosis a cada 20 cm alrededor de la planta de cacao, el año del cultivo es de 4 años, en cada 15 días se recolectaba los datos.



**Figura 9.** Mezcla de humus+biochar del biochar

### **2.13. Muestreo de suelo**

Para el muestreo de suelo se selecciona la área de estudio, el método que se realizó el muestreo en zig-zag se obtuvo 8 submuestras con profundidad de 0-0,15 cm a 0,15-0,30 cm los materiales que se utilizó una barreta, funda en la cual se separó 2 muestras dando un peso de 1kg, se procedió a secar para ser tamizadas, en la que se determinó el pH, materia orgánica en el laboratorio.



**Figura 10.** Recolección de muestra.

### **2.14. Análisis en el laboratorio**

Se realizó en la facultad de Ciencias Agropecuaria de la Universidad Técnica de Machala se procedió analizar las muestras de suelo en el laboratorio.

En el análisis del pH se lo realizó con el potenciómetro, nos permite determinar el porcentaje de nutrientes que requiere la planta en el suelo (Pérez, 2011). Con el método Walkley-Back se determinó la materia orgánica del suelo por sus propiedades físicas, químicas y biológicas según (Cenicafé, 2017).

### **III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1. Estadísticos descriptivos y análisis de varianza de las mazorcas sanas**

En la Tabla 4 se presenta el resumen estadístico descriptivo de las mazorcas sanas, en la primera observación realizada antes de aplicar las dosis en cada parcela, y las cinco observaciones realizadas después de aplicar las de biochar en los tratamientos y los 100 g de humus en la parcela control. Los tratamientos no muestran diferencias significativas ( $p>0,05$ ) en ninguna de las observaciones frente a la parcela control, tampoco entre los tratamientos por observación.

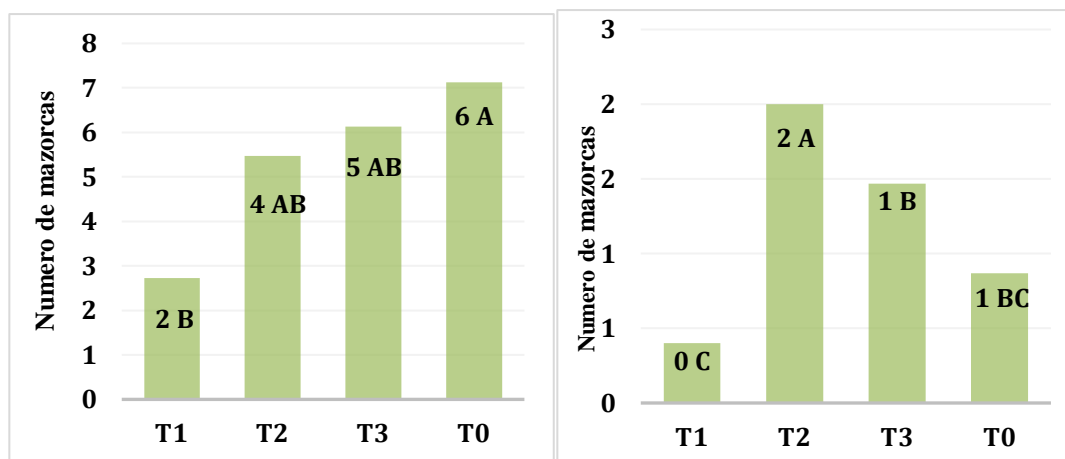
En la primera observación el tratamiento T0 obtuvo el valor de 7, con un valor máximo de 21 mazorcas. En los tratamientos T2 y T3 el número mazorca sanas fueron 5 y 6, respectivamente y un máximo de 23 pero solo en T3, mientras que en T1 la media de mazorca sanas fue 3 con valor máximo de 10.

En la última observación, el número de mazorcas sanas fue de 2 y se obtuvo en T2, con un máximo de 4 mazorcas. El motivo de la disminución del número de mazorca en todas las parcelas se puede atribuir al periodo de cosecha el cual culminó en junio y a que se realizó una poda fitosanitaria y limpieza del lugar. Según (Middelani, De, and Münster 2019), el biochar desarrolló impactos muy positivos ayudando a la producción de calidad y cantidad de mazorcas, pero a efectos de incremento de frutos es un parámetro del cual no se encontró información hasta la actualidad, por tanto, no se puede establecer qué efecto tiene el biochar en la inducción de una cosecha precoz.

**Tabla 4.** Estadísticos descriptivos ANOVA de las mazorcas sanas

| Fecha de observación | Tratamiento | Media | Desviación estándar | Máximo | F    | Sig |
|----------------------|-------------|-------|---------------------|--------|------|-----|
| 26/6/2021            | T1          | 3     | 2,89                | 10     | 2.40 | .78 |
|                      | T2          | 5     | 3,09                | 10     |      |     |
|                      | T3          | 6     | 5,95                | 23     |      |     |
|                      | T0          | 7     | 5,96                | 21     |      |     |
| 10/7/2021            | T1          | 1     | 1,38                | 5      | 3.65 | .18 |
|                      | T2          | 4     | 2,51                | 8      |      |     |
|                      | T3          | 5     | 4,98                | 18     |      |     |
|                      | T0          | 4     | 4,22                | 13     |      |     |
| 24/7/2021            | T1          | 2     | 1,68                | 6      | 2.61 | .60 |
|                      | T2          | 4     | 2,46                | 8      |      |     |
|                      | T3          | 2     | 2,16                | 7      |      |     |
|                      | T0          | 3     | 1,98                | 8      |      |     |
| 7/8/2021             | T1          | 1     | ,86                 | 3      | 4.36 | .08 |
|                      | T2          | 2     | 1,76                | 6      |      |     |
|                      | T3          | 2     | 1,62                | 5      |      |     |
|                      | T0          | 3     | 2,84                | 11     |      |     |
| 21/8/2021            | T1          | 1     | ,88                 | 3      | 2.30 | .88 |
|                      | T2          | 2     | 1,84                | 7      |      |     |
|                      | T3          | 2     | 2,20                | 7      |      |     |
|                      | T0          | 2     | 1,90                | 8      |      |     |
| 4/9/2021             | T1          | 0     | ,63                 | 2      | 6.93 | .00 |
|                      | T2          | 2     | 1,36                | 4      |      |     |
|                      | T3          | 1     | 1,24                | 4      |      |     |
|                      | T0          | 1     | ,64                 | 2      |      |     |

En la figura 11, se muestra el resultado de la prueba de Duncan ( $p \leq 0.05$ ), donde se indica que existen diferencias significativas entre las medias, tanto en el inicio como al final del ensayo. Aunque el tiempo de aplicación de biochar fue corto los efectos del número de mazorcas sanas se incrementaron en T2. Este efecto puede incrementarse posiblemente en plazos mayores de 2 años; para ello es muy importante tomar en cuenta la materia prima a utilizar para mejorar la eficiencia del biochar, además las condiciones y el manejo adecuado del cultivo según (Valarezo et al. 2016).



**Figura 11.** Número de mazorcas sanas de: A) Primera observación, B) Última observación de cacao CCN-5

### 3.2. Estadísticos descriptivo de las mazorcas enfermas

En la tabla 5, se muestran el registro de las mazorcas enfermas en la primera observación realizada antes de aplicar las dosis en cada parcela, y las cinco observaciones realizadas después de aplicar las de biochar en los tratamientos y los 100 g de humus en la parcela control. El ANOVA realizado indicó diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en la primera y última observación.

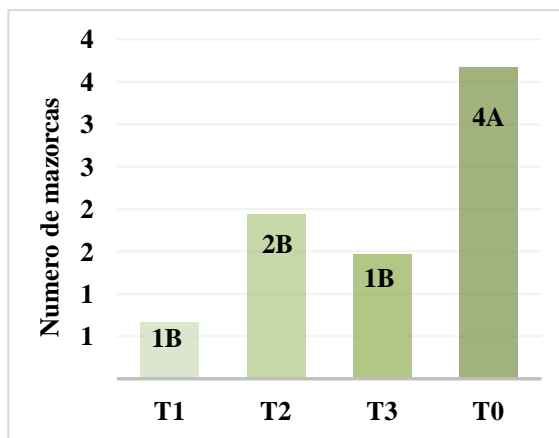
Valores que muestran una evolución favorable en cuanto a la disminución de las mazorcas enfermas, esto se explica de la siguiente forma: En la primera observación, T0 obtuvo una mayor incidencia con 4 mazorcas enfermas con un valor máximo de 10, mientras, los tratamientos con biochar más humus y biol tuvieron una variación de 1 a 2 mazorcas enfermas con un rango máximo de 3 (T1) a 7 (T3) mazorcas enfermas. En las posteriores observaciones los rangos fluctuaron entre 1 a 4 mazorcas enfermedad, obteniendo el valor de cero en la última observaciones en T1 y T3, pero el pico más alto continuo en T0 con 4 mazorcas enfermas.

**Tabla 5.** Estadísticos descriptivos de las mazorcas enfermas

| Fecha de observación | Tratamiento | Media | Desviación estándar | Máximo | F     | sig  |
|----------------------|-------------|-------|---------------------|--------|-------|------|
| 26/6/2021            | T1          | 1     | 0.98                | 3      | 5.420 | .002 |
|                      | T2          | 2     | 2.19                | 6      |       |      |
|                      | T3          | 1     | 1.85                | 7      |       |      |
|                      | T0          | 4     | 2.94                | 10     |       |      |
| 10/7/2021            | T1          | 0     | 0.62                | 2      | 4.190 | .010 |
|                      | T2          | 1     | 0.86                | 2      |       |      |
|                      | T3          | 1     | 1.05                | 3      |       |      |
|                      | T0          | 2     | 1.41                | 5      |       |      |
| 24/7/2021            | T1          | 0     | 0.41                | 1      | 4.655 | .006 |
|                      | T2          | 1     | 0.72                | 2      |       |      |
|                      | T3          | 1     | 0.83                | 3      |       |      |
|                      | T0          | 1     | 0.70                | 2      |       |      |
| 7/8/2021             | T1          | 0     | 0.35                | 1      | 3.105 | .034 |
|                      | T2          | 1     | 0.88                | 3      |       |      |
|                      | T3          | 1     | 1.19                | 4      |       |      |
|                      | T0          | 1     | 1.15                | 4      |       |      |
| 21/8/2021            | T1          | 0     | 0.41                | 1      | 2.074 | .114 |
|                      | T2          | 1     | 0.74                | 2      |       |      |
|                      | T3          | 0     | 0.26                | 1      |       |      |
|                      | T0          | 1     | 0.92                | 3      |       |      |
| 4/9/2021             | T1          | 0     | 0.26                | 1      | 3.376 | .025 |
|                      | T2          | 0     | 0.00                | 0      |       |      |
|                      | T3          | 0     | 0.00                | 0      |       |      |
|                      | T0          | 0     | 0.62                | 2      |       |      |

La prueba de Duncan ( $p \leq 0.05$ ) que se muestra en la Figura 12, indica significancia estadísticas entre T0 y los tratamientos de biochar+humus y biol, en la primera observación. Resultado inicial del ensayo que se comparó con la observación final (Figura 13), donde se mantiene la diferencias significativas y se indica la disminución de mazorcas enfermas en los tratamientos frente a T0.





**Figura 12.** Numero de mazorcas enfermas de: A) Primera observación del cacao CCN-5

### 3.3. Estadísticos descriptivos de los cojinetes florales

En la tabla 6 se muestra el resumen estadístico y ANOVA de los cojinetes florales por observaciones. Resultados que indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en la primera y última observación.

El tratamiento T0 de la primera observación los valores fueron de 18 cojinetes florales y un máximo de 50, mientras en los tratamientos T3 y T2 se obtuvo valores de 9 a 15 en cojinetes florales con un valor máximo de 29 y 72, respectivamente, seguido de T1 dando una 4 cojinetes florales y un máximo de 18.

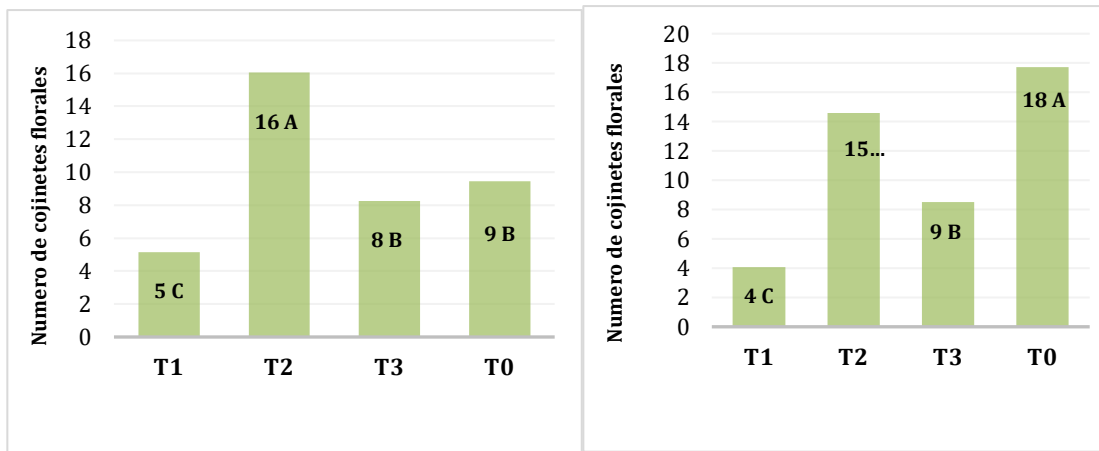
En las observaciones del 10/07/2021 al 21/08/2021, el número de cojines florales decrecieron, manteniendo el menor número de flores T1, al contrario de T0 y T2 que mantuvieron un rango de 7 a 13 cojinetes florales, respectivamente.

En la última observación (Tabla 6), el número de cojinetes florales disminuyó, excepto T2 que incrementó su media en una unidad, pero su valor máximo fue de 35 cojinetes florales, menor a los 72 registrados en la primera observación.

**Tabla 6.** Estadísticos descriptivos de los cojinetes florales

| Fecha de observación | Tratamiento | Media | Desviación estándar | Máximo | F     | sig  |
|----------------------|-------------|-------|---------------------|--------|-------|------|
| 26/6/2021            | T1          | 4     | 5.56                | 18     | 3.495 | .021 |
|                      | T2          | 15    | 17.84               | 72     |       |      |
|                      | T3          | 9     | 7.35                | 29     |       |      |
|                      | T0          | 18    | 14.86               | 50     |       |      |
| 10/7/2021            | T1          | 2     | 4.26                | 16     | 2.733 | .052 |
|                      | T2          | 13    | 18.23               | 66     |       |      |
|                      | T3          | 6     | 4.28                | 15     |       |      |
|                      | T0          | 9     | 10.94               | 32     |       |      |
| 24/7/2021            | T1          | 3     | 1.78                | 6      | 2.065 | .115 |
|                      | T2          | 10    | 10.98               | 35     |       |      |
|                      | T3          | 8     | 7.86                | 30     |       |      |
|                      | T0          | 10    | 12.63               | 48     |       |      |
| 7/8/2021             | T1          | 4     | 4.98                | 20     | 1.597 | .200 |
|                      | T2          | 13    | 11.34               | 35     |       |      |
|                      | T3          | 10    | 8.36                | 30     |       |      |
|                      | T0          | 12    | 17.44               | 70     |       |      |
| 21/8/2021            | T1          | 4     | 5.31                | 20     | 1.651 | .188 |
|                      | T2          | 10    | 11.90               | 43     |       |      |
|                      | T3          | 7     | 6.22                | 20     |       |      |
|                      | T0          | 7     | 5.96                | 20     |       |      |
| 4/9/2021             | T1          | 5     | 6.22                | 25     | 5.177 | .003 |
|                      | T2          | 16    | 10.54               | 35     |       |      |
|                      | T3          | 8     | 6.31                | 19     |       |      |
|                      | T0          | 9     | 7.09                | 25     |       |      |

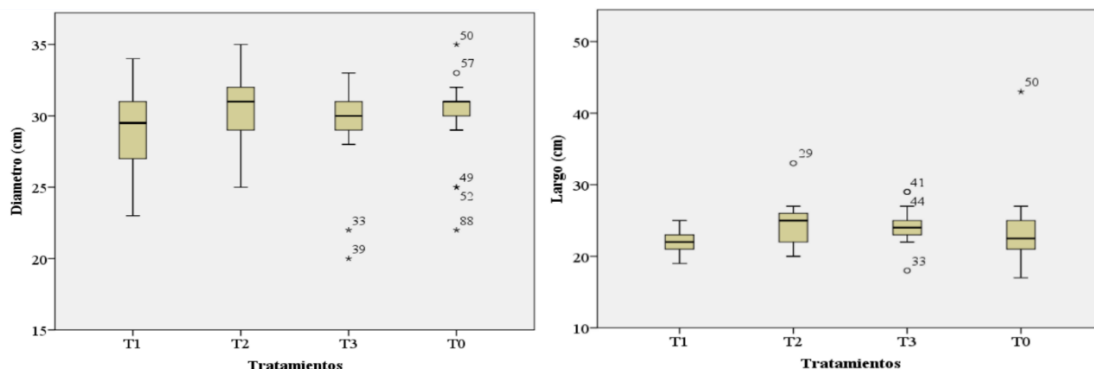
Para determinar las diferencias estadísticas entre medias de los cojinetes florales en la primera y última observación se realizó una prueba de Duncan al 5% (Figura 13). En la primera observación se obtuvo tres subconjuntos siendo el segundo valor más alto después de T0, T2, mientras en el valor de la media de T2 fue superior a T0 y al resto de tratamientos. Estos resultados indican que T2 puede incidir en una mayor retención de los cojines florales en las ramas del árbol de cacao CCN-51, pero no indica que pueda incidir en la formación del fruto (mazorca).



**Figura 13.** Número de cojinetes florales de: A) Primera observación, B) Última observación del cacao CCN-51

### 3.4. Diagramas de cajas y bigotes del diámetro (cm) de mazorca

En los diagrama de cajas y bigotes que se presentan en la (Figura 14 A), del diámetro de mazorca (cm), donde se muestra un sesgo por debajo de los 30 cm, siendo la parcela control la que nuestra mayor dispersión de los valores. Mientras que los rangos estuvieron entre 23 a 35 cm. En la Figura 14 B de cajas y bigotes del largo de mazorca (cm) del cacao CCN-51, se muestra una menor dispersión de datos en comparación con el diámetro. Siendo T2 la que obtuvo una media que sobrepasó los 25 cm. Los valores que se registraron fuera del rango en T2, T3 y T0, pudo estar en relación con la variación genética de los ancestros de CCN-51 mas no por las dosis de Biochar + Humus y Biol en los tratamientos o por la aplicación de humus en la parcela control.

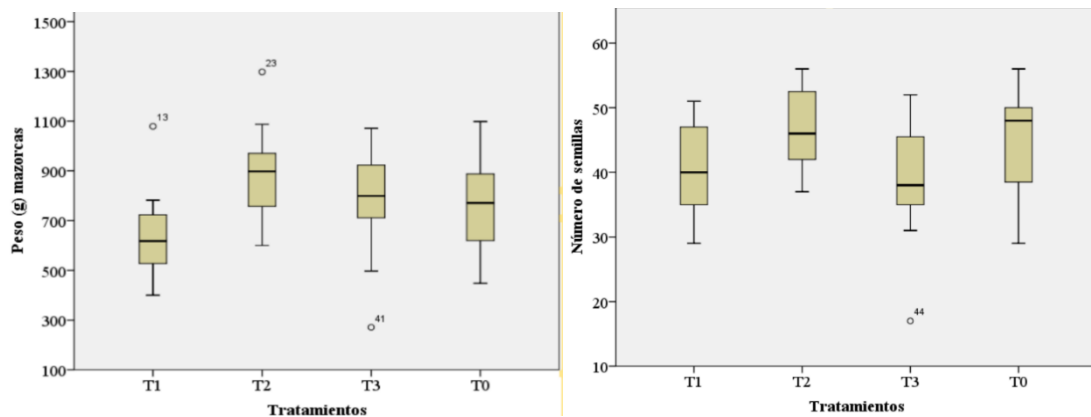


**Figura 14.** Gráficos de cajas y bigotes de: A) diámetro (cm) de la mazorca de cacao CCN-51, B) largo (cm) de mazorcas de cacao CCN-51

### 3.5. Diagramas de cajas y bigotes del peso de la mazorca de cacao, número de almendras de cacao CCN-51.

El promedio de la (figura 15 A), el peso (g) de la mazorca de cacao CCN-51 en el diagrama de cajas y bigotes, T2 mostró que la media sobre paso a los 900 g. Mientras, en T1 muestra el valor de media más bajo. Se aprecia un sesgo hacia valores inferiores a 700 g y que los rangos estuvieron entre 350 a 1100 g. Eso se aprecia que las dosis 25 g de biochar+100 g humus+Biol ayudan al incremento del peso de la mazorca.

En la última observación (Figura 15 B), T0 mostró que la media sobrepasa los 45 almendras, en comparación con el T3 donde la media fue de 35 almendras, establecido en los rangos entre 30 a 55 de almendras de cacao. Según (Sisalima, 2020) favorece el llenado de la almendras con las dosis 25 g de biochar.



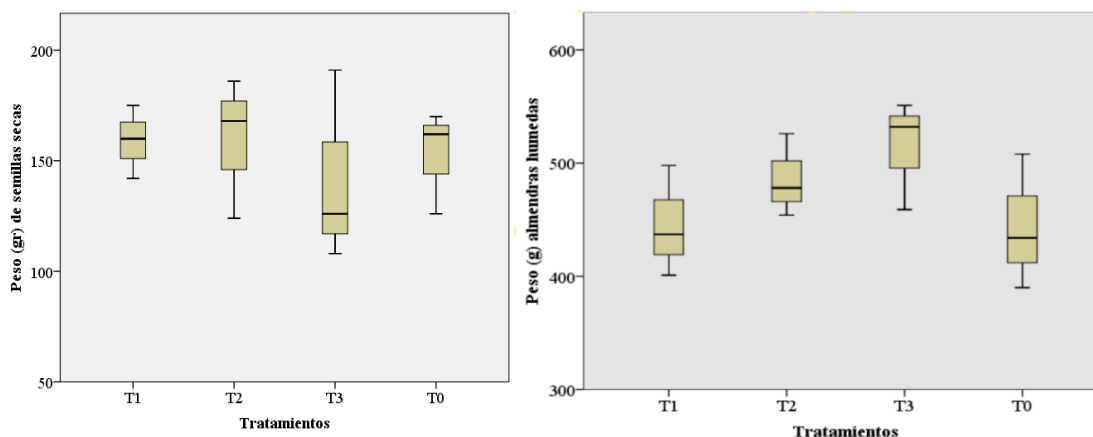
**Figura 15.** Gráficos de cajas y bigotes de: A) Peso (g) de la mazorca de cacao CCN-51, B) Número de almendras de cacao CCN-51

### 3.6. Diagramas de cajas y bigotes del peso (g) de almendras húmedas de cacao, peso (g) de almendras secas de cacao CCN-51.

En la figura 16 A, el peso (g) de almendras húmedas de cacao CCN-51 en el diagrama de cajas y bigotes T3 mostró que la media sobrepasó los 500 g. Mientras que los tratamientos T1 y T2 los valores de media fueron más bajos. Se aprecia un sesgo hacia valores inferiores a 450 g y que los rangos estuvieron entre 400 a 500 g.

Mientras que en la (Figura 16 B) de cajas y bigotes, el peso (g) de almendras secas de cacao en T2 sobrepasó los 160 g, mientras que T3 los valores de media fueron bajos es 120 g. Establecido en los rangos entre 100 a 180 g. Según (Salinas-Vásquez, Sepúlveda-Morales, and Sepúlveda-Chavera 2014), la dosis de biochar y del humus, contiene una gran cantidad

de nutrientes aprovechables para las plantas y el fruto, aportando elementos ricos en K, Ca, N, Na, P, Fe que incrementa el rendimiento para la producción.

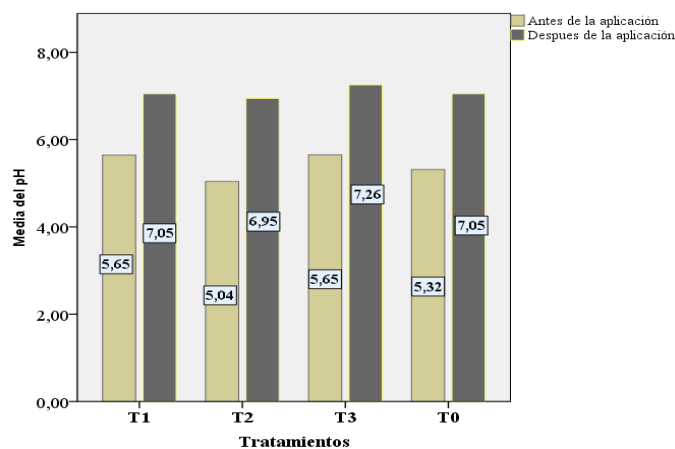


**Figura 16.** Gráfico de cajas y bigotes de: A) peso (g) de almendras húmedas de cacao CCN-51, B) peso (g) de almendras secas de cacao CCN-51

### 3.7. Análisis del PH del suelo

En la figura 17 nos indica que el pH del suelo antes de la aplicación de las dosis el tratamiento T1 y T3 se registra un porcentaje de 5.65 al 5.65, y el de menor porcentaje en los suelos es el tratamiento (T2) de 5.04, estos valores indican que son suelos ácidos.

Se hace una comparación del antes y después de la aplicación de las dosis, dando un resultado después de la aplicación que el tratamiento T3 (7,26) biochar + humus y biol, un incrementó del pH, el menor valor el T2 (6,95). Estas dosis hacen efectos positivos en suelos ácidos favoreciendo el incrementa la actividad biológica, mejora la propiedad física, influye en la fertilidad del suelo. Según García Montero et al. 2021.



**Figura 17.** Grafico del pH del suelo

### 3.8. Materia orgánica antes y después de la aplicación

En la tabla 7, se presenta un gran porcentaje de materia orgánica del suelo, con las dosis en el (H1) con los tratamientos T1 (4,30%), seguido el T3 (4,06) siendo incomparables a los otros, se observa que las dosis de biochar+humus, ayuda las condiciones del suelo porque presenta un alto contenido de carbono retenido en las estructura por un largo plazo incrementando materia orgánica al suelo , en los H2 con menor cantidad de materia orgánica es el T3 (1,99), continuo el T0 (2,54), ayuda las condiciones del suelo porque presenta un alto contenido de carbono retenido en las estructura por un largo plazo incrementando materia orgánica al suelo con la ayuda del biochar (Marín Armijos, García Batista, and Barrezueta-Unda 2018).

**Tabla 7.** Porcentaje de la materia orgánica del suelo

| Tratamiento | Horizonte | Antes de aplicar | Después de aplicar |
|-------------|-----------|------------------|--------------------|
| <b>T1</b>   | H1(0-15)  | 2,06             | 4,30               |
|             | H2(15-30) | 2,27             | 2,55               |
| <b>T2</b>   | H1(0-15)  | 2,00             | 3,40               |
|             | T2(15-30) | 1,93             | 2,96               |
| <b>T3</b>   | H1(0-15)  | 3,03             | 4,06               |
|             | H2(15-30) | 1,51             | 1,99               |
| <b>T0</b>   | H1(0-15)  | 0,75             | 2,90               |
|             | H2(15-30) | 2,48             | 2,54               |

## CONCLUSIONES

Se aplicaron a las plantas de cacao CCN-51 con 4 tratamientos que ayuden a buscar la mejor alternativa, en las variables de las mazorcas sanas el tratamiento T2 de la última observación con las dosis de 25 g de biochar+100 g humus+Biol ayudado al incremento de la producción con una significancia, dando el buen resultado a 2 años.

El CCN-51 es resistente a las plagas y enfermedades, en el tratamiento T1 ayudado a contraer las enfermedades de las mazorcas negras y de la monilla y con menor cantidad de plagas en el cacao, con las dosis de 25 g de biochar+50 g de humus+Biol ayudado a disminuir.

Mientras el peso de la mazorca el tratamiento T1 con las dosis de 25 g de biochar+50 g de humus+Biol no ayudado al peso de la mazorca ya sea por las condiciones que se encontraba la planta de cacao, el que tuvo mayor peso es el T2 que es 25 g de biochar+100 g humus+Biol, el CCN-51 tiene las características por tener una mayor producción de cacao.

Las propiedades químicas del tratamiento T3 de biochar se reflejaron un mayor cambio en el pH de suelo, en la materia orgánica aumentó su resultado con un nivel medio con las dosis del T1.

Para una mejor producción se ha observado que el biocarbon ayudado en algunas variables como en las mazorcas sanas, el peso de las mazorcas u otros y es recomendable podar las plantas, recolección de mazorcas enfermas para evitar que las esporas afecten a las mazorcas sanas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, Cristina. 2020. “El Cacao En La Costa Ecuatoriana: Estudio de Su Dimensión Cultural y Económica.” *Estudios de la Gestión. Revista Internacional de Administración* 7(7): 59–83.
- Anecacao. 2015. 3 Sabor Arriba *Revista Especializada En Cacao*.
- AppCacao. 2013. “Labores Culturales En El Cultivo Del Cacao.” *Asociación Peruana de Productores de cacao* 6(01): 2.  
<https://appcacao.files.wordpress.com/2013/06/tema6.pdf>.
- Arvelo Sánchez, Miguel Ángel et al. 2017. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura *Estado Actual Sobre La Producción, El Comercio y Cultivo Del Cacao En América*.
- Batista, L. 2009. “Guía Técnica El Cultivo de Cacao.” *Santo Domingo, República Dominicana. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal CEDAF* 2(1): 250.  
<http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/cacao.pdf>.
- Batista, Lépidio. 2015. “El Cultivo de Cacao En Bolívar.” *Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc* (2015): 1–233.
- C. Fountain, Antonie, and Friedel Huetz-Adams. 2020. “Barómetro Del Cacao.”  
<https://www.voicenetwork.eu/wp-content/uploads/2021/04/2020-Barómetro-del-Cacao-ES.pdf>.
- Cargua Chávez, Jessica Elizabeth, Corayma Maribel Echeverría Arangundi, and George Alexander Cedeño García. 2020. “Efectividad de Biochar y Biofertilizantes En El Crecimiento y Calidad de Plántulas de Cacao.” *Revista ESPAMCIENCIA* 11(2): 95–100.
- Carranza, Quimi Wendy Diana, Angulo Castro Miriam Berenice, Risco Grecia Silvana Cedeño, and Cabezas Yocasta Karina Prado. 2020. “Evaluación Socioeconómica Del Cultivo de Cacao (Theobroma Cacao L.) En La Zona Norte de La Provincia de Los Ríos.” *Revista de estudios empresariales y emprendedores*, 4 (2). 4: 96–106.



<http://journalbusinesses.com/index.php/revista/article/view/79/197>.

Cenicafé. 2017. “C. Materia Orgánica METODO WALKLEY BLACK.Pdf.”  
<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/803/4/C. Materia orgánica.pdf>.

CEPAL. 2015. “Diagnóstico de La Cadena Productiva Del Cacao En El Ecuador.” *Resumen elaborado por la Secretaría Técnica del Comité Interinstitucional para el cambio de la matriz productiva - Vicepresidencia del Ecuador.*: 10 pp.  
<https://www.vicepresidencia.gob.ec/wp-content/uploads/2015/07/Resumen-Cadena-de-Cacao-rev.pdf>.

Citrullus, Sandía, and Y Melón. 2009. “Manual De Cultivo Del Cultivo De.”: 1–51.

Durán, Erick, and Aroldo Dubón. 2016. “Tipos Genéticos de Cacao y Distribución Geográfica En Honduras.”: 4–6.

Echeverri Rodríguez, Jorge. 2013. *Tecnología En La Producción de Cacao*.

Escalante, Ariadna et al. 2016. “Biocarbón (Biochar) I: Naturaleza, Historia, Fabricación y Uso En El Suelo Biocarbon (Biochar) I: Nature, History, Manufacture and Use in Soil.” *Terra Latinoamericana* 34: 367–82. <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n3/2395-8030-tl-34-03-00367.pdf>.

FAO. 2009. “CACAO: Operaciones Poscosecha.” *Organización de las naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura*: 1–78. <http://www.fao.org/3/a-au995s.pdf>.

Farez Yunga, Dayse Veronica. 2020. “Evaluación De Los Efectos Del Biocarbón Como Enmienda Edáfica En La Fitosanidad Del Cultivo De Cacao Tipo Nacional.”: 1–60.  
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15512>.

García-Vidal, Gelmar, Laritza Guzmán-Vilar, and Reyner Pérez Campdesuñer. 2017. “Research Trends in Cocoa : Opportunities for Research in Santo.” *SATHIRI, Sembrador* 12(2): 22.

Gómez, Alexander, Wolfgang Klose, and Sonia Rincón. 2008. *Pirolisis de Biomasa: Cuesco de Palma de Aceite*.

Gómez, Roberto Aliaga, Raul Blas García, Federico Tong, and Carlos Huertas González.

2014. “Paquete Tecnológico Del Cultivo Del Cacao Fino de Aroma.” *Paquete tecnológico*: 70 p.
- Guilcapi, Marco. 2018. “Análisis Del Estado Actual de Las Cadenas de Café y Cacao.”: 27–63. [https://procurement-notices.undp.org/view\\_file.cfm?doc\\_id=186105](https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=186105).
- ICCO. 2015. “Cacao (2).Pdf.”
- ICCO. 2018. “Observatorio Del Cacao Fino y de Aroma Para América Latina.” *Iniciativa Latinoamericana del Cacao* 3: 19. [http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1258/OLC\\_CAF\\_boletin\\_3\\_Espanol-final.pdf](http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1258/OLC_CAF_boletin_3_Espanol-final.pdf).
- Johnson, James, Julio Bonilla, and Liana Agüero. 2008. “Manual De Manejo Y Producción Del Cacaotero.” *Manual* (September): 40 p.
- López, Orlando et al. 2015. *Manejo Agroecológico de La Nutrición En El Cultivo Del Cacao*. [http://www.espacioimasd.unach.mx/libro/num7/Manejo\\_agroecologico\\_de\\_la\\_nutricion\\_en\\_el\\_cultivo\\_del\\_cacao.pdf](http://www.espacioimasd.unach.mx/libro/num7/Manejo_agroecologico_de_la_nutricion_en_el_cultivo_del_cacao.pdf).
- Marín Armijos, Javier, Rigoberto García Batista, and Salomón Berrezuela-Unda. 2018. “Elaboración de Biocarbón Obtenido a Partir de La Cáscara Cacao y Raquis de Banano.” *Revista Científica Agroecosistema* 6(3): 75–81. [file:///C:/Users/usuario/Downloads/document \(2\).Pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/document%20(2).Pdf).
- Mejía Córdoba, C. A., Castro Riascos, M., Carvajal Higuera, L. C., Castrillón Sánchez, H. E., & Puerta Gallo, N. (2017). *Agroindustria del cacao*. Santa Fe de Antioquia, Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).
- Mejía, Natali López et al. 2020. “Cacao Criollo: Su Importancia Para La Gastronomía, El Turismo, Cambio Climático Y Algunas Preparaciones a Base De Sus Residuos.”: 1–39.
- Meter, A, R Atkinson, and B Labiberte. 2019. 53 *Journal of Chemical Information and Modeling Cadmio En El Cacao de America Latina y El Caribe*. [http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/20662/RETROALIMENTACION\\_FORMATIVA\\_ORTIZ\\_GUTIERREZ\\_AMANDA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/20662/RETROALIMENTACION_FORMATIVA_ORTIZ_GUTIERREZ_AMANDA.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

- Middelanis, Thomas, Instituto De, and W W U Münster. 2019. "El Biocarbón Aplicado Al Suelo Retiene Agua y Nutrientes En Los Valles Interandinos Del Departamento de Cochabamba, Bolivia." *Acta Nova* 9(3): 429–49. <https://terralatinoamericana.org.mx/index.php/terra/article/view/375/439>.
- Milian, Lorelis, Monica Hernandez, José Falcón, and Alexis Otero. 2020. "Resumen Applied and Analytical Chemistry Obtaining Bioproducts by Slow Pyrolysis of Coffee and Cocoa Husks as Suitable Cascarillas de Café y Cacao Fuentes de Energía y Obtenção de Bioprodutos Uso Como Fontes de Energia e Materials and Methods."
- Ministerio, de Agricultura. 2011. "Cartilla n ° 13 Condiciones Agroclimaticas Del Cultivo Del Cacao.": 2.
- Ministerio de Agricultura. 2012. "Manual Cacao Blanco.": 1–72. [http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/cacao/manual\\_cacao\\_blanco\\_piura.pdf](http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/cacao/manual_cacao_blanco_piura.pdf).
- Oscar, and Arnulfo Osca Ramírez. 2019. "La Mazorca Negra." [file:///C:/Users/usuario/Desktop/yaritza tesis/4-Resistencia genética de cultivares de cacao \(mazorca negra\).Pdf](file:///C:/Users/usuario/Desktop/yaritza%20tesis/4-Resistencia%20gen%C3%A9tica%20de%20cultivares%20de%20cacao%20(mazorca%20negra).Pdf).
- Otsuki, Yoshinori et al. 2013. "Emissions Measurement System for Hybrid and Plug-in Hybrid Electric Vehicles Using Intermittent Sampling Strategy." *SAE Technical Papers* 2: 2–9.
- Páez, Lourdes, and Fernando Espinoza. 2015. "Milagro Que Llega Desde El Trópico." *Ecuador Tierra del Cacao* (978-9978-369–575).
- Pallares, Andrea, Mauren R. Estupiñán, Janeth Aidé Perea, and Luis Javier López. 2016. "Impacto de La Fermentación y Secado Sobre El Contenido de Polifenoles y Capacidad Antioxidante Del Clon de Cacao CCN-51 Impact of Fermentation and Drying in Polyphenol Content and Antioxidant Capacity of Cocoa Variety CCN-51." *Revista ION* 29(2): 7–21.
- Pérez, Esteban. 2011. "Análisis de Fertilidad de Suelos En El Laboratorio de Química Del Recinto de Grecia, Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica Soil Fertility Analysis

in the Laboratory of Chemical Campus – Grecia, Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica.” *InterSedes XIV*: 6–18.

Phillips, Wilbert, and Rolando Cerda. 2009. “Catálogo Enfermedades Del Cacao.” *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica* (93). <http://201.207.189.89/handle/11554/7753>.

Quintana Fuentes, Lucas Fernando, and Salomón Gómez Castelblanco. 2011. “Perfil Del Sabor Del Clon CCN51 Del Cacao (Theobroma Cacao L.) Producido En Tres Fincas Del Municipio de San Vicente de Chucurí.” *Publicaciones e Investigación* 5(1): 45.

Quiroz, James, and Saúl Mestanza. 2012. “Establecimiento y Manejo de Una Plantación de Cacao.” *Programa Nacional del Cacao* (146).

Mamani, J R M, and C M Fuentes. 2018. “Morphological Characterization of Bolivian National Cocoa (Theobroma Cacao L.) in Sapecho, Alto Beni - Bolivia [Caracterización Morfológica de Cacao Nacional Boliviano (Theobroma Cacao L.) En Sapecho, Alto Beni - Bolivia.” *Apthapi* 4(2): 1082–88. [http://ojs.agro.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/240%0Ahttp://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S0102-03042018000200004&script=sci\\_arttext&tlng=es](http://ojs.agro.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/240%0Ahttp://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S0102-03042018000200004&script=sci_arttext&tlng=es).

Rebolledo, Ariana Escalante, Guadalupe Pérez López, and Claudia Hidalgo Moreno. 2016. “Biocarbón ( Biochar ) I : Naturaleza , Historia , Fabricación y Uso En El Suelo.” *Terra Latinoamericana* 34: 367–82. <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n3/2395-8030-tl-34-03-00367.pdf>.

Recalde, Miriam, Manuel Carrillo, José Sánchez, and Rosa Moreno. 2012. “Manejo De La Nutrición Del Cultivo De Cacao En La Región De Santo Domingo.” *Tsafiqui - Revista Científica en Ciencias Sociales* (3): 95–104.

Rojas Ardila, J., Rojas, F., Ramírez, Ó. D., Moreno, F., Castro, G. A., & Pinzón Useche, J. O. (2012). *Guía técnica para el cultivo del cacao*. Bogotá: FNDC.

Romero, Armando Cesar. 2016. “Situación Actual y Perspectivas En El Mercado Nacional e Internacional Al 2015 AUTOR: MINAGRI-DGPA-DEEIA EDICIÓN Y DISEÑO: MINAGRI-DEEIA Diseño de Carátula y Contenido.”: 1–90.

- Rosas-Patiño, Gelber, Yina Jazbleidi Puentes-Páramo, and Juan Carlos Menjivar-Flores. 2019. “Efecto Del Encalado En El Uso Eficiente de Macronutrientes Para Cacao (Theobroma Cacao L.) En La Amazonia Colombiana.” *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 20(1): 5–16.
- Salinas, Felipe, Leslie Sepúlveda, and Germán Sepúlveda. 2014. “Evaluación de La Calidad Química Del Humus de Lombriz Roja Californiana (Eisenia Foetida) Elaborado a Partir de Cuatro Sustratos Orgánicos En Arica.” *Idesia* 32(2): 95–100. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v32n2/art13.pdf>.
- Sánchez, Ana, Tatiana Vayas, Fernando Mayorga, and Carolina Freire. 2019. “Sector Cacaotero Ecuatoriano.” *Observatorio Económico y Social de Tungurahua*: 9–12. <https://blogs.cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/07/Análisis-de-cacao-24-de-junio-2020-7.pdf>.
- Sergio Leonardo, Pino Peralta. 2018. “La Denominación de Origen Para Cacao Arriba. En Busca Del Santo Grial.” *Vol.39*: 13. <https://www.revistaespacios.com/a18v39n16/a18v39n16p13.pdf>.
- Sistema Biobolsa. 2011. “Manual de Biol.” *Manual de Biol*: 3–4. [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/SISTEMA\\_BIOBOLSA\\_s.f.Manual del BIOL.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SISTEMA_BIOBOLSA_s.f.Manual_del_BIOL.pdf).
- Soprocal. 2011. “Guía de Uso Cal Agrícola Guía de Uso Cal Agrícola.” *Soprocal* 4: 1–8. [https://puntoganadero.cl/imagenes/upload/\\_5cdc5dda3aa85.pdf](https://puntoganadero.cl/imagenes/upload/_5cdc5dda3aa85.pdf).
- Valarezo, Carlos et al. 2016. “Respuesta Del Pachaco (Schizolobium Parahybum Vell. Conc) y La Melina (Gmelina Arbórea Roxb.) a La Aplicación de Biocarbón y Fertilización En El Sur de La Amazonia Ecuatoriana.” *Bosques Latitud Cero* 6(1): 1–32. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/183/178>.
- Yerovi Carlos, Ogudrev Yessi. (2003). Identificación y control de la Moniliasis del cacao. Proyecto Control De La Moniliasis en Lima, Cortés, Honduras, C.A