UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EFECTOS DEL CORTE APICAL EN SEMILLAS DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.) SEMBRADAS CON BIOCARBÓN PARA LA OBTENCIÓN DE PORTAINJERTOS.

GOROTIZA PINZON JONATHAN FERNANDO
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA
2020

UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EFECTOS DEL CORTE APICAL EN SEMILLAS DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.) SEMBRADAS CON BIOCARBÓN PARA LA OBTENCIÓN DE PORTAINJERTOS.

GOROTIZA PINZON JONATHAN FERNANDO
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA
2020

UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TRABAJO TITULACIÓN
TRABAJO EXPERIMENTAL

EFECTOS DEL CORTE APICAL EN SEMILLAS DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.) SEMBRADAS CON BIOCARBÓN PARA LA OBTENCIÓN DE PORTAINJERTOS.

GOROTIZA PINZON JONATHAN FERNANDO
INGENIERO AGRÓNOMO

QUEVEDO GUERRERO JOSE NICASIO

MACHALA, 18 DE MARZO DE 2020

MACHALA
2020

Tesis ultima

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%	7%	0%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	agroavances.com Fuente de Internet	3%
2	documents.mx Fuente de Internet	2%
3	www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	2%

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 2%
Excluir bibliografía	Activo		

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

El que suscribe, GOROTIZA PINZON JONATHAN FERNANDO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado EFECTOS DEL CORTE APICAL EN SEMILLAS DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.) SEMBRADAS CON BIOCARBÓN PARA LA OBTENCIÓN DE PORTAINJERTOS., 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.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las dispociones 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.

El autor 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, 18 de marzo de 2020

GOROTIZA PINZON JONATHAN FERNANDO
0705806404

DEDICATORIA

A mis queridos padres Tito Joselito Gorotiza Espinoza y Lorgia Marlene Pinzón Córdova por su sacrificio y apoyo incondicional que me han ofrecido durante estos años.

A mis abuelitos Pedro Gorotiza Burbano y Apolonia Espinoza Moncada que ya no se encuentran con nosotros en vida, pero sé que me apoyan siempre de donde quiera que sus almas estén.

A mis hermanos Tito Jair Gorotiza Pinzón y Damian Josue Gortiza Pinzón.

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios, por haberme brindado la fuerza y mucha voluntad para culminar la carrera durante todos estos años.

A mis adorados padres Tito Joselito Gorotiza Espinoza y Lorgia Marlene Pinzón Córdova por su apoyo incondicional durante todos estos años, por su esfuerzo sobrehumano de cumplir un horario de trabajo de 4am hasta las 12am todos los días por 14 años para bridarme la educación, agradecerles por siempre estar ahí para mí en cualquier necesidad que tuve, por tanto, cariño y amor demostrado.

Al Ing. José Quevedo Guerrero MSc., por siempre estar predispuesto a la enseñanza y a lograr lo mejor de cada estudiante, también agradecerle por la paciencia infinita que tuvo durante el tiempo de tutorías para que yo pueda salir con mi meta cumplida como es el título de Ingeniero Agrónomo, agradecerle por apasionarse por su profesión y brindarnos ese mismo sentimiento de comprometernos con la misma para llegar a ser grandes profesionales.

A mi compañera Adriana Armijos por brindarme su apoyo incondicional durante estos años de estudio.

Al Ing. Jhon Gonzales, por haberme dado todo su apoyo durante este proceso.

Al sociólogo Manuel Santos porque siempre estuvo predispuesto a brindarme su ayuda.

Jonathan Gorotiza Pinzón

EFECTOS DEL CORTE APICAL EN SEMILLAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) ICS 95 EN SUSTRATOS CON BIOCARBON PARA LA OBTENCIÓN DE PORTAINJERTOS.

Autor:

Jonathan Fernando Gorotiza pinzón

Tutor:

Ing. Agr. José Nicasio Quevedo Guerrero Mg.Sc

RESUMEN

Una productividad rentable y un desarrollo adecuado de una plantación cacaotera depende mucho de la correcta aplicación de labores culturales complementadas de un manejo nutricional adecuado que sea aplicado al cultivo, pero, lo que ignora la mayoría de productores es que otro punto tan importante como los antes mencionados y que tiene que ver directamente con la productividad de la plantación, y tenuemente con el índice de mortalidad del cultivo en el momento del establecimiento en campo, es el estado funcional en el que la raíz de la planta de cacao sale del vivero. Esta investigación nace como alternativa para solucionar este problema que se da en la mayoría de viveros del país. El proyecto de investigación fue desarrollado en la granja Santa Inés perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UTMACH desde diciembre del 2019 hasta marzo del 2020, y tiene como objetivo determinar el efecto del corte apical en semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) sembradas en sustratos con diferentes dosis de Biocarbón para la obtención de portainjertos; los objetivos específicos planteados fueron: evaluar el efecto del corte apical aplicado a los cotiledones de semilla de cacao ICS-95 en los porcentajes de germinación, emergencia, y desarrollo de las plántulas, evaluar el efecto de 3 dosis de Biocarbon aplicados al sustrato mediante la medición de variables altura de la planta, longitud de la raíz y diámetro del tallo; efecto de dos tamaños diferentes de fundas F1: 10 x 6 in (26 X 13 cm) y F2: 5 x 8 in (20 x 12 cm) en el desarrollo radicular de las plántulas del clon de cacao ICS 95 bajo una siembra con semilla entera, y otra siembra de semilla con un corte apical. Como sustrato se utilizó S1: Suelo + 5% de Biocarbon; S2: Suelo +10% de Biocarbón y S3: suelo + 15% de Biocarbón. El diseño que se utilizó fue una estructura factorial comprendida en 3 factores; factor A: Corte en la semilla, Factor B: tamaño de funda y el Factor C: Sustrato. Con un total de 12 tratamientos se comparó que si existe varianza significativa entre los mismos.

Al interpretar cada una de las figuras obtenidas en el ANOVA estadístico se observó una diferencia significativa de los tratamientos T7 - T12 (semilla entera) en comparación a los

tratamientos T1 - T6 (corte apical), esta diferencia fue notoria en todas las variables evaluadas. Los mejores resultados a los 30 días se observaron en las plántulas cuyas semillas se sembraron enteras, sin embargo a los 60 días hubo una excepción en cuanto a la variable largo de raíz que presento una media mayor cuando la semilla sufrió el corte apical. El mejor tratamiento del estudio demostró ser el T9 (semilla entera, funda grande, biocarbón al 10%) debido a que presento las medias más altas para diámetro de tallo, altura de tallo, número de hoja, largo de hoja y ancho de hoja; las mejores características para ser destinado como un patrón de injerto que permanezca menos tiempo en vivero.

Palabras claves: cacao, corte apical, biocarbon, desarrollo, estructura.

EFFECTS OF APICAL CUTTING ON COCOA SEEDS (Theobroma cacao L.) ICS 95 ON BIOCARBON SUBSTANCES FOR THE OBTAINING OF RETAINERS

Author:

Jonathan Fernando Gorotiza pinzón

Tutor:

Ing. Agr. José Nicasio Quevedo Guerrero Mg.sc

ABSTRACT

A profitable productivity and an adequate development of a cocoa plantation depends a lot on the correct application of cultural tasks complemented by an adequate nutritional management applied to the crop. However, what most producers are unaware of is that another point as important as those mentioned above and which has a direct bearing on the productivity of the plantation, and slightly on the mortality rate of the crop at the time of establishment in the field, is the functional state in which the root of the cocoa plant leaves the nursery. This research is born as an alternative to solve this problem that occurs in most nurseries in the country. The research project was developed at the Santa Inés farm belonging to the Faculty of Agricultural Sciences of UTMACH from December 2019 to March 2020, and aims to determine the effect of apical cutting in cocoa beans (Theobroma cacao L.) sown in substrates with different doses of Biocarbon to obtain rootstocks; the specific objectives were: to evaluate the effect of apical cutting applied to cotyledons of cocoa seeds ICS-95 in the percentages of germination, emergence, and development of the seedlings, to evaluate the effect of 3 doses of Biocarbon applied to the substrate by measuring variables plant height, root length and stem diameter; effect of two different sizes of F1 sleeves: 10 x 6 in (26 X 13 cm) and F2: 5 x 8 in (20 x 12 cm) on the root development of the seedlings of the ICS 95 cocoa clone under a full seed sowing, and another seed sowing with an apical cut. As substrate S1: Soil + 5% Biocarbon; S2: Soil +10% Biocarbon and S3: Soil + 15% Biocarbon were used. The design used was a factorial structure comprised of 3 factors; Factor A: Cut in the seed, Factor B: Size of the cover and Factor C: Substrate. With a total of 12 treatments it was compared that if there is significant variance between them.

When interpreting each one of the figures obtained in the statistical ANOVA a significant difference was observed between the treatments T7 - T12 (whole seed) in comparison to the

treatments T1 - T6 (apical cut), this difference was notorious in all the evaluated variables. The best results at 30 days were observed in the seedlings whose seeds were sown entirely, however at 60 days there was an exception in the long variable of root that presented a greater average when the seed suffered the apical cut. The best treatment in

the study proved to be T9 (whole seed, large cover, 10% biocoal) because it presented the highest averages for stem diameter, stem height, leaf number, leaf length and leaf width; the best characteristics to be used as a grafting pattern that stays less time in the nursery.

Keywords: cocoa, apical cut, biocarbon, development, structure

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 9
1.1 Objetivo general 11
1.2 Objetivos específicos 11
2 . REVISIÓN DE LITERATURA 12
2.1 Producción de cacao 12
2.2 Origen 13
2.3 Taxonomía 15
2.4 Morfología 15
2.4.1 Sistema radicular 15
2.4.2 Hojas 16
2.4.3 Flor 16
2.4.4 Fruto 16
2.5.5 Semillas 16
2.5 Fisiología y Germinación de la semilla 16
2.6 Propagación por semilla 17
2.7 Características de la variedad ICS 95 17
2.8 Biocarbon 18
2.8.1. Beneficios 18
III. MATERIALES Y MÉTODOS 20
3.1 Materiales 20
3.1.1. Localización de Estudio 20
3.1.2 Ubicación geográfica 20
3.1.3 Material vegetativo 21
3.1.4 Materiales y Equipos 21
3.1.5 Características del clon utilizado “ICS 95” 21
3.1.6 Variables de estudio 21
3.1.7 Factores de estudios 22

3.2. Metodología 22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 23
5. CONCLUSIONES 33
6. RECOMENDACIONES 34
7. BIBLIOGRAFÍA 35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1. Proporción de producción de Cacao en grano por región 12
Figura2. Principales países productores de cacao en grano 13
Figura3. Ubicación y distribución de los países productores de cacao. 14
Figura4. ICS95 18
Figura5. Ubicación del área de experimento 20
Figura6. Media del porcentaje de germinación 24
Figura7. Media de la longitud de la raíz a los 30 días 25
Figura8. Media de la longitud de la raíz a los 60 días 25
Figura9. Media del diámetro del tallo a los 30 días 26
Figura10. Media de diámetro de tallo a los 60 días 27
Figura11. Media de altura de tallo a los 30 días 28
Figura12. Media de altura de tallo a los 60 días 28
Figura13. Media de número de hojas a los 30 días 29
Figura14. Media de número de hojas a los 60 días. 30
Figura 15. Media del largo de la hoja a los 30 días. 30
Figura16. Media del largo de la hoja a los 60 días 31
Figura17. Media del ancho de la hoja a los 30 días.....32
Figura18. Media del ancho de la hoja a los 60 días.....32

1. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) se encuentra entre los principales productos de exportación mundial como materia prima, y forma parte fundamental de la economía de algunos países en subdesarrollo (Quintero R & Díaz Morales, 2004).

Entre América Latina y América Central, ocupan el 14,9 % de la producción de cacao en grano a nivel mundial (FAO, 2020).

En Ecuador se ubica entre los primeros puestos de cultivos con interés económico para el país, formando parte principal del sustento económico para las personas dedicadas a este cultivo (Sánchez et al, 2015). Siendo los pequeños productores los representantes del 70% de la producción cacaotera ecuatoriana, y entre los medianos y grandes productores el 20% y 10% respectivamente. De esta manera se convierte en el sustento de muchas familias campesinas de la Costa y El oriente del país (ANECACAO, 2015).

Las zonas de mayor producción del cultivo de cacao en el Ecuador son; Manabí, Guayas, Los Ríos y Sucumbíos (ANECACAO, 2019).

La produccion de cacao en el país viene aumentando con el pasar de los años, ya que cada año las hectareas sembradas son más, esto se debe a que el Ecuador viene ganando cada vez mas espacio en el mercado intercional. Debido a esto debemos buscar alternativas que ayuden a mejorar la calidad y la productividad de nuestro cacao, para mantener el prestigio de cacao fino de aroma que se a ganado a lo largo de estos años.

Por esta razon hemos decididio realizar estainvestigación con el objetivo de encontrar la calidad del patron de injerto desde el vivero, para garantizar un buen desarrollo y productividad en el cultivo establecido.

El material vegetal utilizado es del clon ICS 95 que es un cacao de alta productividad y resistencia a plagas y enfermedades ademas posee un aroma y sabor de alta calidad y se desarrolla perfectamente en la zona..

1.1 Objetivo general

- Determinar el efecto del corte apical en semillas de cacao sembradas en sustrato con diferentes dosis de biocarbón, y fundas de dos tamaños comerciales.

1.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto del corte apical aplicado a los cotiledones de la semilla de cacao (en el desarrollo de plántulas) en porcentajes de emergencia.

- Evaluar el efecto de 3 dosis de biocarbon aplicados al sustrato mediante la determinación de longitud de raíz, alturas de plantas y diámetro de tallo.

- Evaluar el efecto del tamaño de funda en el desarrollo y estructura radicular de las plántulas.

2 . REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Producción de cacao

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2020), el continente Africano es el mayor productor de cacao en grano, seguido de Centro y Sur América y Asia. El cacao se cultiva principalmente en África del Oeste, América Central, Sudamérica y Asia. Según la producción anual, recogida por la UNCTAD para el año agrícola 2005/06, los ocho mayores países productores del mundo son Costa de Marfil (38%), Ghana (19%), Indonesia (13%), Nigeria (5%), Brasil (5%), Camerún (5%), Ecuador (4%) y Malasia (1%). Estos países representan el 90% de la producción mundial.

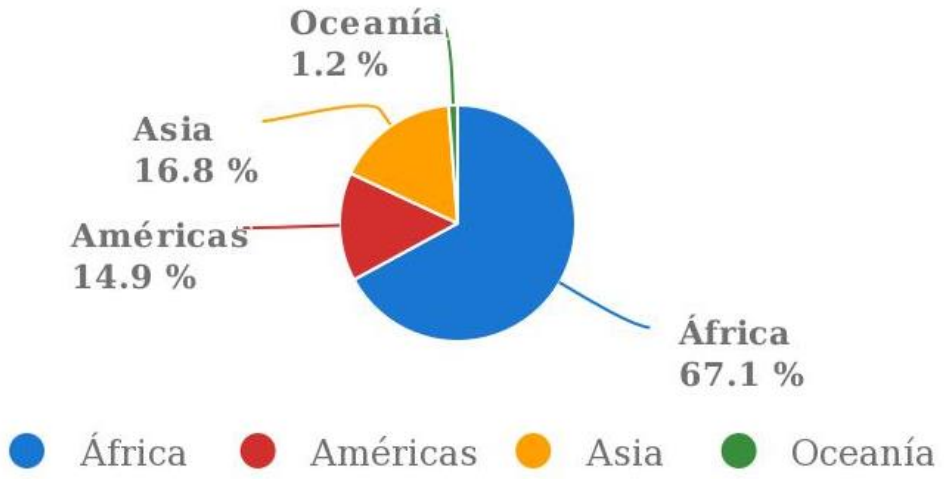


Figura1. Proporción de producción de Cacao en grano por región

(1994-2018)

Fuente: (FAO, 2020)

Ecuador pasó a ser el principal exportador de cacao en grano del continente americano y el cuarto del mundo si se estiman las ventas de todos los tipos de ese producto, lo que representa un aumento del 168% en los últimos 10 años. La producción de cacao en el Ecuador ha constituido un importante renglón para la economía nacional, en especial por su significativa contribución a la generación de divisas por concepto de exportación, actividad que se inició en la época de la Colonia. En la actualidad el cacao ocupa el tercer

lugar en el monto de exportaciones del sector agrícola, después del banano y de las flores. No menos importante es su participación en la generación de empleo, estimándose que da ocupación al 5% de la población económicamente activa del país, tanto en la fase de producción de 60000 Unidades de Producción Agropecuaria, como en la comercialización e industrialización (Enriquez, 2010).

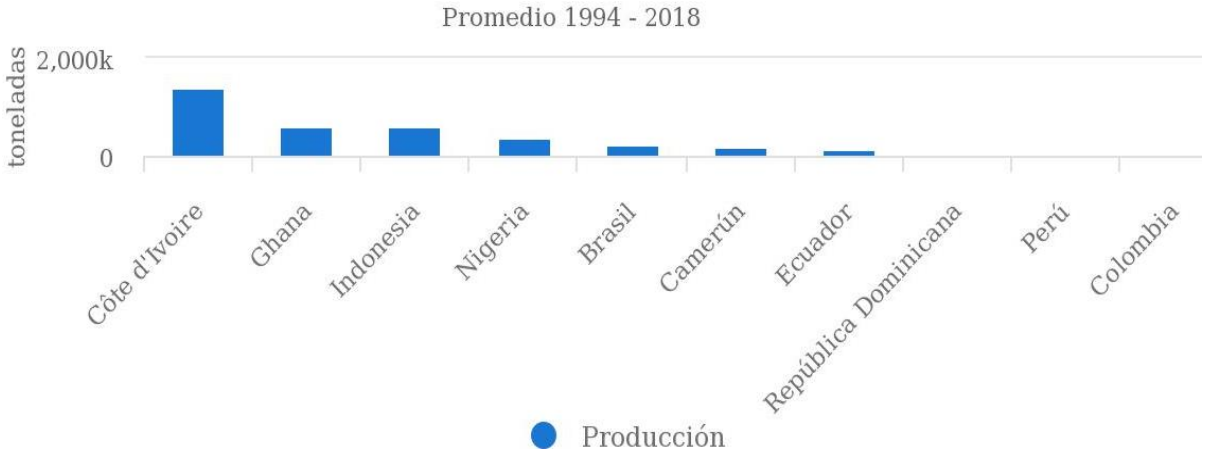


Figura2. Principales países productores de cacao en grano

Fuente: (FAO, 2020)

El cacao fino y de aroma tiene características distintivas de aroma y sabor buscadas por los fabricantes de chocolate. Representa únicamente 5% de la producción mundial de cacao. Ecuador, por sus condiciones geográficas y su riqueza en recursos biológicos, es el productor por excelencia de Cacao Arriba fino y de aroma (63% de la producción mundial) proveniente de la variedad Nacional cuyo sabor ha sido reconocido durante siglos en el mercado internacional. Ecuador se posiciona como el país más competitivo de América Latina en este campo, seguido de lejos por Venezuela, Panamá y México, que son países que poco a poco han incrementado su participación en el mercado mundial del cacao fino en grano (Anecacao, 2015)

2.2 Origen

Según León (2016), este árbol es nativo de la cuenca del Amazonas, aunque aún se discute el lugar exacto de origen, y su forma de dispersión por el continente aún hoy día continúa siendo tema de discusión. Los aborígenes mexicanos usaban el cacao para hacer bebidas y elaborar alimentos mezclado con maíz desde tiempos remotos desde tiempo muy remotos (Enríquez, 1987), a la llegada de Hernán Cortés a México encontró que los

aztecas también usaban las almendras del cacao para comprar y hacer todo tipo de comercio, con 100 almendras de cacao se compraba un esclavo y con 10 un conejo (Batista, 2009).

Según Guerrero (2013), en Ecuador se tienen registros que se produce cacao desde 1780, pero en 1911 llegó a ser uno de los mayores productores a nivel mundial, hacia 1820, España se había convertido como el principal destino del cacao ecuatoriano, para finales del siglo XIX este producto se había convertido en el 75% del total de las exportaciones, esto provocó que del cultivo silvestre se pase a uno rudimentario que con el tiempo se fue tecnificando, con la creciente demanda se necesitó introducir la variedad trinitaria en 1890, que se adaptó a las zonas colinadas y permitió aumentar la superficie cultivada, ya para inicios del siglo XX, Ecuador se convirtió en el mayor exportador mundial de cacao, llegando a cubrir hasta la mitad del mercado global, Londres y Hamburgo eran los principales puertos de destino, a los que se sumaría Nueva York antes de la primera guerra mundial, en 1919 en Balao apareció la monilia, que se esparció rápidamente afectando a la variedad trinitaria e iniciando la fase de declinación del boom, y para 1922, con la llegaba de la escoba de bruja que afectaba a la planta la situación empeoró (Aspiazu, 2018).

Según (Ordoñez Araque & El Salous, 2019) el cacao en Ecuador tiene una antigüedad que data de 3500 años a.C, demostrado gracias a varios estudios realizados durante 12 años en unión entre los institutos de Francia y Ecuador se demostró que esta especie presenta mayor antigüedad en la zona Santa Ana – La Florida (Zamora Chinchipe - Ecuador) donde se asentaba la cultura Mayo Chinchipe – Marañón.

Figura3. Ubicación y distribución de los países productores de cacao.

Fuente: (Batista, 2009)

2.3 Taxonomía

La sistemática de la especie *Theobroma cacao* L ha sido relativamente bien investigada y la especie está claramente delimitada. Aún hay preguntas abiertas con relación a la filogenia de los géneros *Theobroma* y *Herrania*, así como sobre algunas secciones dentro de los géneros. La posición sistemática exacta y el contexto evolutivo de *Theobroma cacao* dentro del género *Theobroma* no han sido aun completamente clarificados (Dosert et al., 2011; Silva et al., 2004).

Botánicamente, al cacao se le ha asignado la siguiente clasificación (Batista, 2009):

División	Espermatofita
Clase	Angiosperma
Sub-clase	Dicotiledónea
Orden	Malvales
Sub-orden	Malvinas
Familia	Esterculiáceas
Tribu	Bitneria
Género	*Theobroma*
Especie	*cacao*

2.4 Morfología

Es una planta que posee un ciclo perenne, es diploide por ende tiene 20 cromosomas, es de polinización cruzada, además se propaga sexual y asexualmente (Mosquera, 2016).

2.4.1 Sistema radicular

Según Enríquez (2010) la raíz principal del cacao es pivotante con una profundidad que puede llegar hasta los 2 m en suelos sueltos, su amplio sistema de raíces laterales superficiales distribuidas entre 15 y 25 cm bajo el suelo beneficia la absorción de nutrientes (Montes, 2016), son las que se ocupan de tomar los nutrientes y el agua del suelo para funcionamiento de la planta (Garcia Lopez, 2011).

2.4.2 Hojas

La planta de cacao posee hojas entres y simples, su pigmentación de color verde es bastante variable, posee un peciolo que va normalmente de los 7 a 9 cm, su tamaño varía mucho e acuerdo a las condiciones de luz, según Enríquez (2010), en zonas con menos luz la hoja es más grande.

2.4.3 Flor

Las flores se encuentran en los cojinetes agrupadas en un rango de quince aproximadamente, el pedicelo que sostiene la flor mide entre 1 y 1,5 cm, y su diámetro varia de 0,5 a 1 mm, es pentámera y completa (Vera & Mogrovejo, 1979), si las flores no son polinizadas hasta 2 días después de su apertura se vuelven inviables y se caen (INIAP, 1993).

2.4.4 Fruto

El fruto del cacao es una drupa bastante grande resultado de la maduración del ovario de la flor fecundada, tanto el tamaño como la forma de los frutos varían ampliamente dependiendo de sus características genéticas, el medio ambiente donde crece y dónde se desarrolla el árbol, así como el manejo en la plantación, estos tienen cinco lóculos con dos partes formadas por dos lomos o un surco interno. Las mazorcas de cacao por sus formas están clasificadas como: Amelonado, Calabacillo, Angoleta y Cundeamor, que varían según la especie o el tipo (Batista, 2009; Enriquez, 2010).

2.5.5 Semillas

Dentro del fruto se pueden encontrar entre 20 a 60 semillas o almendras que son de forma oblonga, cuyo tamaño y forma varían según el tipo genético, en el cacao tipo Criollo las semillas tienen de 3 a 4 cm de largo y son redondeadas en la parte más larga, en el caso del Forastero las semillas son aplanadas de color violeta púrpura y tienen de 2 a 3 cm de largo, está constituida por 2 cotiledones protegidos por la cutícula, recubierta por la testa que es la parte dulce mucilaginosa, con un peso que varía de 2 a 3.7 g según la genética del clon (Batista, 2009; Enriquez, 2010; INTA, 2010).

2.5 Fisiología y Germinación de la semilla

La semilla de cacao no se puede almacenar por mucho tiempo antes de ser sembrada ya que es del tipo recalcitrante, por lo que pierde viabilidad en un corto periodo de tiempo,

esta no necesita un periodo de reposo para su germinación, posee sustancias inhibidoras, por ello no se puede almacenar fresco ni ser sometido a temperaturas extremas ya que esto provocaría la muerte del embrión, en situaciones optimas el embrión inicia su germinación en un periodo de 4 días (Arvelo Sánchez et al., 2017; Batista, 2009). De la Cruz et al. (2009) mencionan que la siembra de la semilla como método de propagación sexual ayuda a preservar la diversidad genética de las plantas de cacao.

2.6 Corte apical de la semilla.

Según (Alvarado, 2005), el corte del ápice de los cotiledones incide directamente en la germinación, aumentando el porcentaje de semillas germinadas y acelerando el proceso. En su investigación también menciona que el tipo de sustrato no tiene mayor efecto sobre la germinación, sin embargo, si influye en el crecimiento y desarrollo de la plántula.

2.7 Propagación por semilla

Las características genéticas del cacao que resultan de la reproducción por semilla van a depender de la transmisión de los caracteres de ambos padres. La reproducción sexual tiene la ventaja de una producción y manejo de mayor facilidad, pues no implica la necesidad de habilidades especiales como por ejemplo la injerta. Este tipo de planta resulta más económica; además, pueden mostrar un gran vigor híbrido. A pesar de esto, tienen la desventaja que suelen reproducir algunas características indeseables que resultan negativas para el productor cacaotero (Batista, 2009). Existen varios métodos de siembra de la semilla de cacao, como el aprovechamiento de las plantas que nacen en el cacaotal, la siembra directa en el campo y el establecimiento de viveros o almácigo. Los dos primeros métodos no se recomiendan, ya que no se pueden dar las atenciones necesarias a la planta para un buen desarrollo. El tercer método es recomendable, a pesar de que es más costoso que los dos primeros, pero se justifica porque se pueden controlar las plagas y enfermedades, regular la sombra y lograr un control eficaz de malezas (Avedaño et al., 2011).

2.8 Características de la variedad ICS 95

El ICS 95 es un cacao del grupo de los trinitarios, tiene origen en Trinidad y las siguientes características según Batista (2009) y Palencia et al.,(2000).

Compatibilidad	Autocompatible
Forma mazorca	Angoleta
Vigor	Vigorosa
Cotiledones	Púrpura
Forma de semilla	Cilíndrica
No. mazorcas/ árbol	43
No. almendras/ mazorca	41
No. Mazorcas/kilo de cacao seco	18
Rendimiento kg/árbol/año	3.2
Altitud recomendada	100 a 1200 m.s.n.m
Enfermedades	Monilia (T), Escoba de bruja (T)

Figura4. ICS95

Fuente: Batista (2009)

2.9 Biocarbon

El Biocarbón se ha utilizado desde hace cientos de años como medios para mejorar el suelo, es de color negro, sólido carbonoso, y con superficie desiguales, las formas que toman se debe al tiempo y tipo de pirólisis que se sometió para su fabricación. Muestra muy baja densidad aparente, se debe tener en cuenta que este producto está en constante cambios químicos, por lo que se ven modificadas las propiedades físicas, químicas y biológicas con el pasar del tiempo. Se considera un tipo de materia orgánica (Escalante *et al*., 2016; Lehmann J, 2009).

2.9.1. Beneficios

Lehmann, (2009) menciona que el biocarbon aumenta la productividad de los suelos en donde se aplica, además de mejorar la capacidad de almacenamiento de agua, aumentando también la capacidad de absorción de esta y de los nutrientes, Yin Chan (2009) sostiene que la aplicación de biocarbon optimiza la dinámica de los nutrientes y aumenta la micro actividad del suelo favoreciendo la creación de humus, mejora la estabilización de la

materia orgánica y se ve reducido el impacto de gases nocivos para el medio ambiente, Según Joseph (2010), aun no hay estudios que puedan demostrar que el suelo sufriera algún tipo de daño o perjuicio por el uso de biocarbon. Teniendo en cuenta el comprobado aumento de actividad en suelos en los que se ha añadido biocarbon, y según todos los estudios realizados, se puede decir que en comparación el potencial de peligro que pudiera presentar este material resulta muy bajo. Los efectos benéficos del biocarbon en el suelo para la productividad de planta o para la acción microbiana del suelo están relacionados con la mejora de la superficie específica, capacidad de intercambio catiónico, densidad aparente, pH y agua (Trupiano, 2007, p. Trupiano).

El biocarbon se utiliza, con la finalidad de mejorar la estructura física y orgánica del suelo. Las cantidades van a depender del tipo de cultivo y del tipo de suelo que se disponga, siguiendo el consenso científico actual, se hablan de cantidades de 10 a 20 t ha^{-1} de biocarbon, recomendadas como aplicación única. Según FDI (2009, p. Lenhman), algunos estudios científicos se aplicaron hasta 140 t ha^{-1} sin que el suelo o el cultivo sufrieran algún tipo de daño, sin embargo, es necesario moderar las cantidades a aplicar para evitar cualquier tipo de riesgos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

3.1.1. Localización de Estudio

La investigación se realizó en el vivero del área de cacao ubicado en la Granja “Santa Inés” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias perteneciente a la Universidad Técnica De Machala. Ubicada a 5,5 km de la Vía Machala – Pasaje.

3.1.2 Ubicación geográfica

El área de estudio está ubicada en las coordenadas geográficas 3° 17' 40.5" S (620701 UTM) 79° 54' 55.9" W (9636128 UTM), con una altitud de 5 msnm.

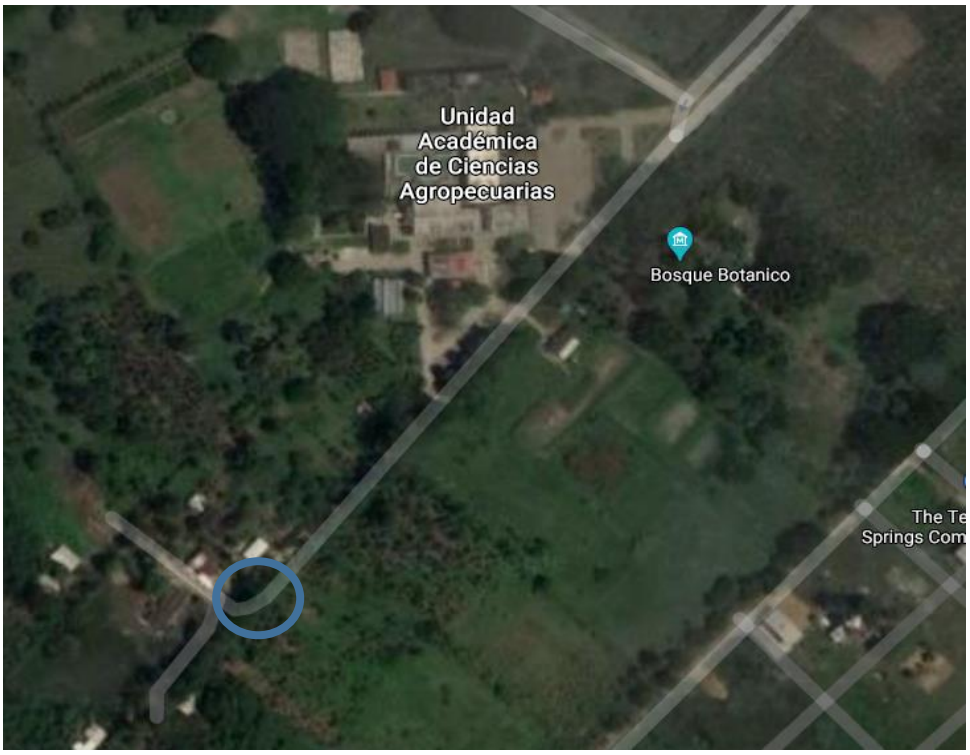


Figura5. Ubicación del área de experimento

3.1.3 Factores climáticos ecológicos

El lugar de estudio presenta una temperatura promedio de 25°C, precipitación anual de 500mm y 2 a 3 horas de heliofanía, características de un ambiente boscoso.

3.1.4 Material vegetativo

El trabajo de investigación fue realizado con semillas de *Theobroma cacao* L. (ICS-95) tomadas de la colección de cacao establecida en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica De Machala.

3.1.5 Materiales y Equipos

Navaja
Fundas plásticas para vivero
Balanza gramera
Fungicida
Recipiente (tina)
Semillas de cacao ICS95

3.1.6 Características del clon utilizado "ICS 95"

Es un hibrido trinitario creado en 1931 en Trinidad sus siglas significan "Imperial Collage Selecctión" es un clon de alta productividad, moderadamente resistente a enfermedades, fino de aroma y de buen sabor. (Quintana Fuentes, Gomez Castelblanco, García Jerez, & Martínez Guerrero, 2014). Por estas características hemos determinado que es un material ejemplar para utilizarlo en la investigación.

3.1.7 Variables de estudio

Para poder cumplir con el objetivo planteado se evaluaron las siguientes variables como son: número de hojas, ancho de hojas, largo de hojas, altura del tallo, diámetro del tallo, longitud de la raíz.

3.1.8 Factores de estudio

Los factores utilizados para la investigación fueron los siguientes

Factor A: Corte de semilla – Semilla entera

SC: 1 cm (mitad de cotiledón)

SE: semilla entera

Factor B: Fundas

F1: 10x6i n (26x16 cm)

F2: 8X5 in (20x12 cm)

Factor C: Sustrato

S1: 5 % Biocarbon + suelo

S2: 10 % Biocarbon + suelo

S3: 15 % Biocarbon + suelo

3.2. Metodología

3.2.1 Preparación de sustrato

El sustrato que se utilizó para la investigación fue tierra dulce más tres dosis diferentes de Biocarbón comprendidas en 5 %, 10 % y 15 % del volumen total de cada funda, para esto se pesaron las fundas llenas de suelo, luego de tener el peso de la funda grande (1 x6 cm) y la pequeña (8x5 cm) por regla de 3 simple obtuvimos el peso en gramos de Biocarbón para cada porcentaje.

3.2.2 Corte apical

Luego de elegir las mazorcas de las que se extrajeron las semillas para la siembra, retiramos el mucilago de cada semilla con ayuda de un poco de arena, posteriormente con

la ayuda de una navaja previamente desinfectada se realizó un corte apical comprendido entre 1 y 1.5cm, a algunas semillas evitando cortar el punto de crecimiento.

Tabla 1. Combinación de los tratamientos

CORTE DE SEMILLA	TAMAÑO DE FUNDA	SUSTRATO	TRATAMIENTO
SC	FG	S1	T1
	FP	S1	T2
	FG	S2	T3
	FP	S2	T4
	FG	S3	T5
	FP	S3	T6
SE	FG	S1	T7
	FP	S1	T8
	FG	S2	T9
	FP	S2	T10
	FG	S3	T11
	FP	S3	T12

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura6 podemos observar claramente que los tratamientos que tuvieron en común el factor SC (semilla cortada) que fueron del T1 al T6 tuvieron los porcentajes de emergencia más altos los en comparación a los tratamientos T7 AL T12 a excepción del del T10 que tuvo un porcentaje del 75 % al igual que el T2. Evidenciando lo dicho por (Alvarado, 2005) donde menciona que el corte apical en las semillas para la siembra, causa un mayor porcentaje de germinación y acelera el proceso de emergencia.

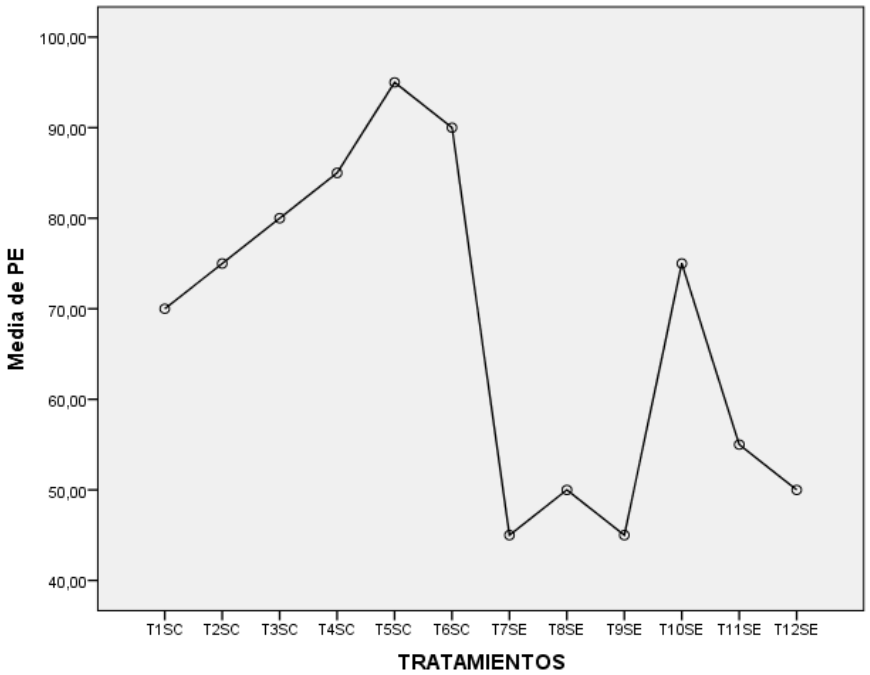


Figura6. Media del porcentaje de germinación

En la figura7 podemos observar que los tratamientos T2, T4 y T6 tuvieron la media más baja para el largo de raíz a los 30 días, con 15,33 cm, 14,50 cm y 14,66 cm respectivamente en estos tratamientos se usó biocarbon al 5 %, 10 % y 15 % en el orden antes mencionado, sembrados en funda pequeña (20 x 12 cm), y semilla con corte apical, lo que implico perdida de las reservas nutricionales almacenadas en los cotiledones para el desarrollo de la plántula, por tal motivo la zona radicular se desarrolló más lento en estos tratamientos, por el contrario en los tratamientos T7, T9 , T11 (118,50 cm, 18,67 cm,18 cm) tuvimos la media más alta para el largo de la raíz, debido a que en estos tratamiento se usó: semilla sin corte apical, fundas grande (26 x 16 cm) y biocarbón al 5 % 10 % y 15 % respectivamente.

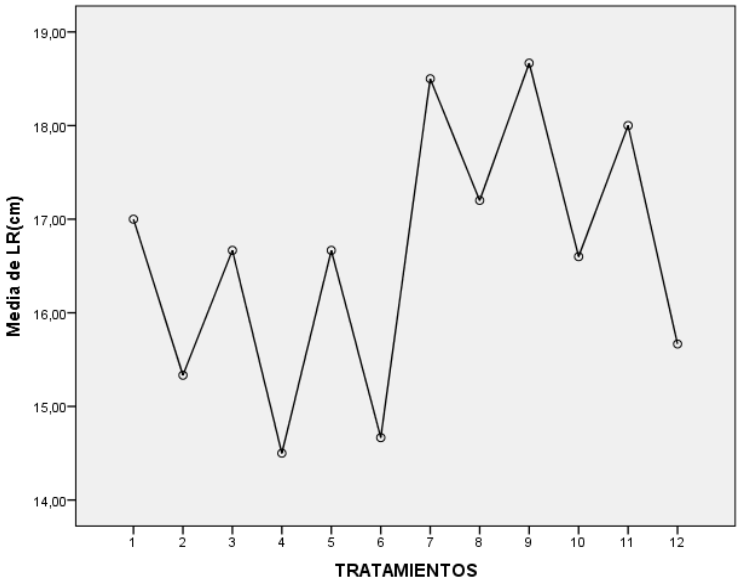


Figura7. Media de la longitud de la raíz a los 30 días

En la Figura 8 se observa un crecimiento radicular mayor a los 60 días de los tratamientos correspondientes al factor SC (T1-T6), con mayor media para la longitud de la raíz en comparación a los demás tratamientos; evidenciando lo dicho por (Gutiérrez R, Gómez S, & Rodriguez L, 2011) quien menciona que la raíz se convierte en el sumidero principal de absorción de nutrientes luego de agotarse las reservas proporcionadas en el cotiledón. Tras realizar el corte apical a las semillas, disminuyó las reservas de nutrientes para la plántula y fueron tomados en menos tiempo, lo que provocó un geotropismo acelerado en la raíz principal, causando en los tratamientos T 2, T 4, y T 6 un atrofiamiento de la misma debido a su acelerado crecimiento, sobrepasando la longitud de la funda.

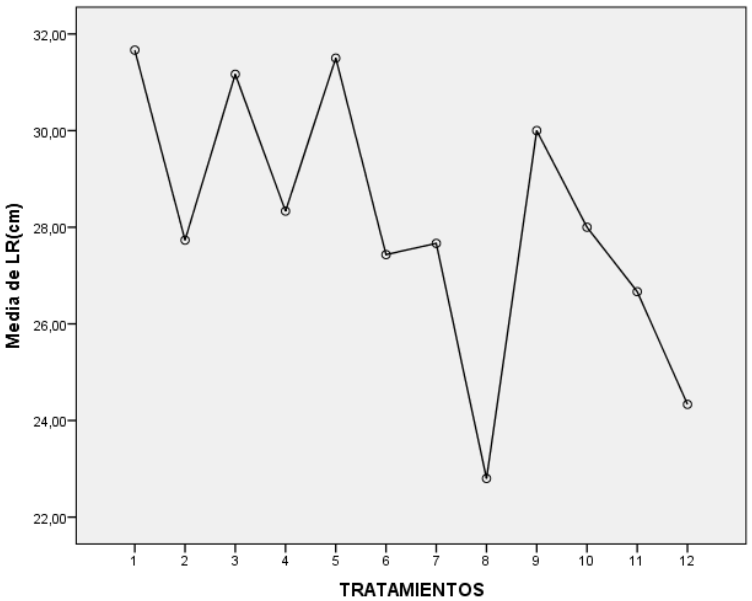


Figura8. Media de la longitud de la raíz a los 60 días

En la figura 9 podemos observar que los tratamientos T2, T4, T6 tienen la menor medida para el diámetro del tallo con 0.66 cm, 0.66 cm y 0.73 cm respectivamente; estos tratamientos tuvieron los factores: F2, SC y biocarbon al 5 % 10 % y 15 %.

Se infiere que dicha característica en estos tratamientos se debe al corte apical realizado en la semilla, lo cual disminuyo la reserva de nutrientes en los cotiledones para el desarrollo de la plántula; a diferencia de los tratamientos T7 y T8, T9, T10, T11, T12 en los que no se realizó el corte y presentaron un mayor diámetro. A su vez, dentro del grupo de las semillas con corte apical los T1 T3 Y T5 presentaron un mayor diámetro de tallo y el T7 y T9 dentro del grupo de semillas sin corte apical; lo cual puede atribuirse al mayor tamaño de las fundas utilizadas en estos tratamientos.

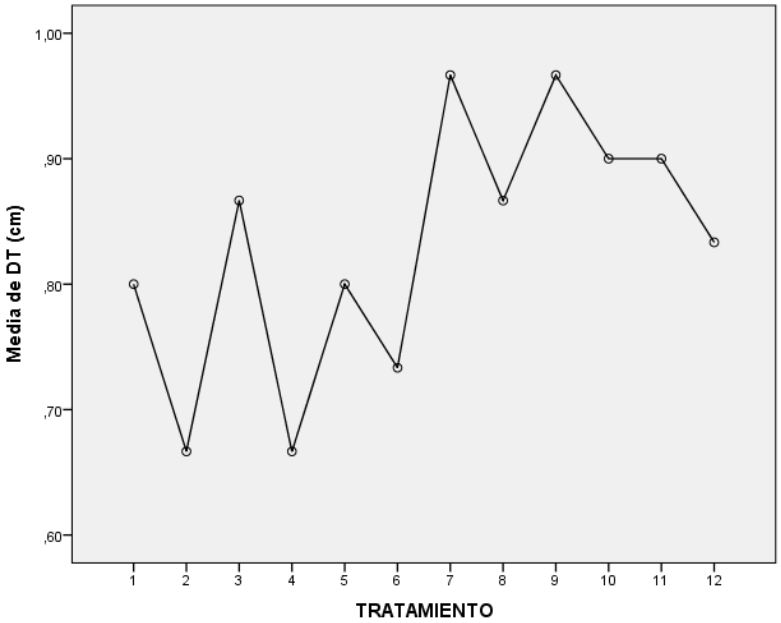


Figura9. Media del diámetro del tallo a los 30 días

En la figura 10 correspondiente al diámetro del tallo a los 60 días podemos ver que los tratamientos T2 y T6 con : F2 (20 x 12 cm) SC y biocarbon a 5 % y 15 % tuvieron la media más baja con 1,37 cm y 1,33 cm respectivamente, corroborando lo escrito por (Gutiérrez R, Gómez S, & Rodriguez L, 2011) donde menciono que el crecimiento de la raíz restringido por el recipiente donde se desarrolla, influye en variables como: altura de tallo, número de hojas, diámetro de tallo entre otros.

Dado que uno de los factores en común fue F2 (20 x 12 cm), lo que limito el crecimiento radicular en estos tratamientos. Y por lo tanto los tratamientos T7, T9 con

los factores: F1(26 x 16 cm), SE y biocarbón al 5 % y 10% presentaron la media de diámetro de tallo más grande con 1,52 cm y 1,5 cm respectivamente.

Cabe recalcar que el tratamiento T10 con los factores: F2 (20 x 12 cm) SE y biocarbón al 10 %, también estuvo entre las medias más altas con 1,5 cm, teniendo en común el factor de biocarbon usado en el T9.

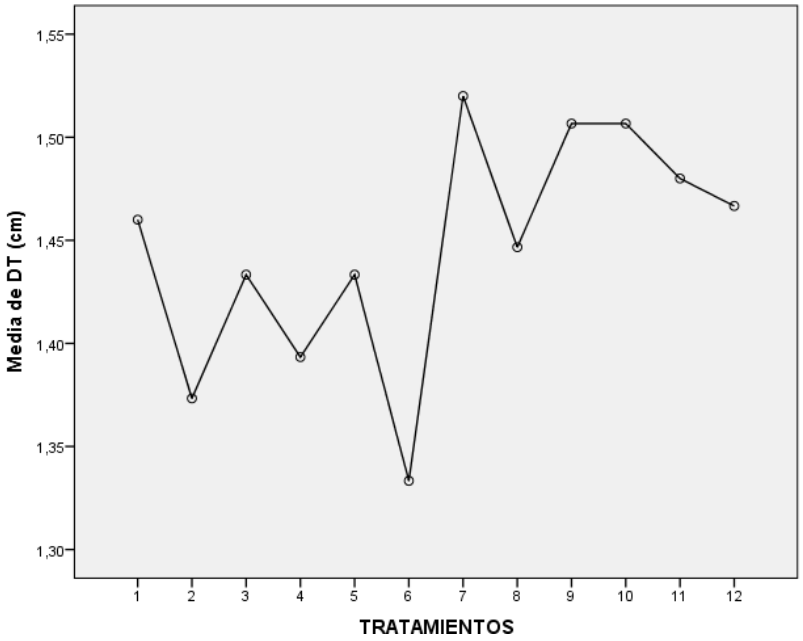


Figura10. Media de diámetro de tallo a los 60 días

En la figura 11 podemos evidenciar claramente que tratamiento T6 tuvo la media para la altura del tallo más baja que los demás tratamientos con 10,55 cm a los 30 días por lo que según (Tenesaca Martinez, 2019) afirma que usar una dosis muy alta de biocarbón en el suelo, retrasa el desarrollo de la planta, ya que retiene nutrientes por su carga negativa. Lo que se vio reflejado en este tratamiento, sus factores fueron: F2, SC, y dosis de biocarbon 15 % siendo esta dosis la más alta entre los factores. Mientras tanto los tratamientos T7y T9 representan el valor más alto para la media de altura de tallo con 12,6 cm. Este tratamiento tuvo: F1, SE y biocarbón al 5 % y 10 % respectivamente.

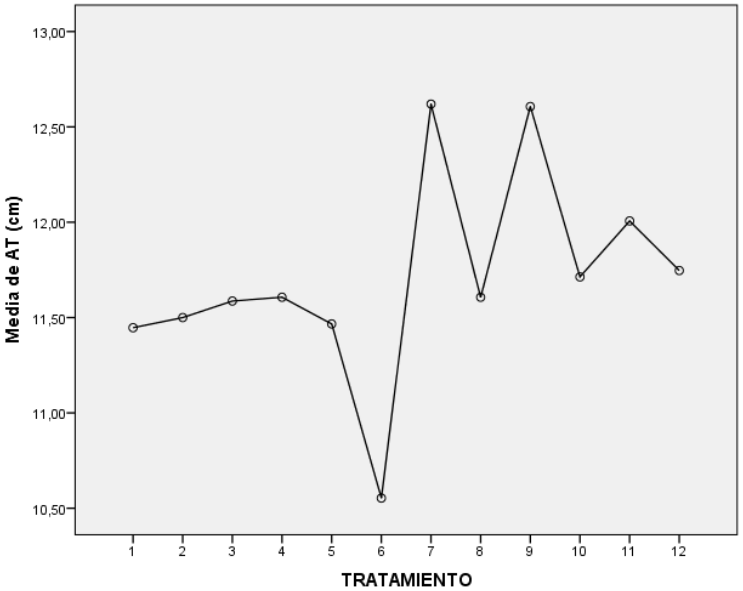


Figura11. Media de altura de tallo a los 30 días

En la Figura 12 observamos nuevamente al tratamiento T6 con la media más baja para la altura de tallo con 10,55 cm y sus factores fueron: F2 SC y dosis de biocarbón al 15 %, corroborando lo dicho por (Tenesaca Martinez, 2019) que el biocarbón en dosis muy alta como sustrato, disminuye el desarrollo de la planta, capturando todos los minerales por su carga negativa. Mientras que los tratamientos T7 Y T9 tuvieron la medias más alta con 13,95 cm y 14,99 cm respectivamente, con los factores: F1,SE y biocarbón al 5 y 10 % respectivamente.

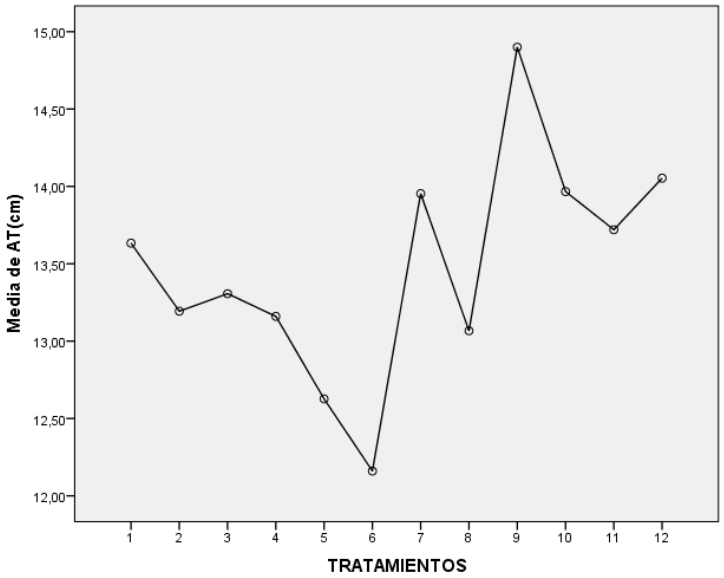
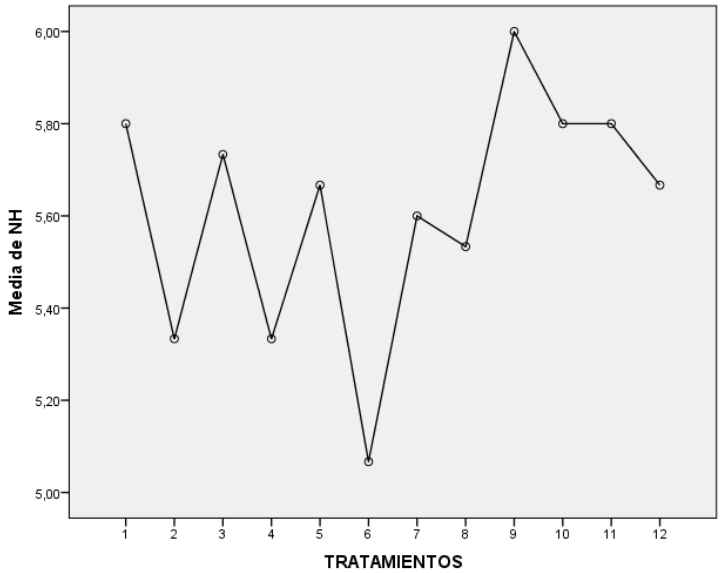


Figura12. Media de altura de tallo a los 60 días

En la Figura13 podemos observar que el tratamiento T9 (F1,SE y biocarbón al 10 %) fue el mejor con 6 hojas, mientras que los tratamientos T2 T4 y T6 con los factores: F2 SC biocarbón al 5 % 10 % y 15 % respectivamente tuvieron el menor número de hojas con 5,3 - 5,3 y 5,06 en el orden antes mencionado, corroborando lo que expresa Gutiérrez R, Gómez S, & Rodriguez L, (2011) que el crecimiento radicular influye en: largo de hoja, ancho de hoja, y numero de hoja.

Ya que el tratamiento con la media más alta para el crecimiento radicular a los 30 días fue el T9 y los tratamientos con la media más baja para el crecimiento de la raíz fueron, T2, T4, T6.



.

Figura13. Media de número de hojas a los 30 días

En la figura 14 podemos ver que los tratamientos T2, T4 Y T6 con los factores: F2, SC y biocarbón al 5 %, 10 % y 15 %. Tuvieron la media más baja para el número de hojas con: 6,8 - 6,6 y 6,4 hojas respectivamente, al contrario el tratamiento T9 (F1, SE y biocarbón al 10 %) tuvo la media para el número de hojas mayor con 8,22 corroborando nuevamente concuerda lo expresado por (Gutiérrez R, Gómez S, & Rodriguez L, 2011) donde dice que el crecimiento radicular influye en: largo de hoja, ancho de hoja, y numero de hoja. Ya que el tratamiento con la media más alta para el crecimiento radicular a los 60 días estuvo entre los tratamientos anteriormente mencionados.

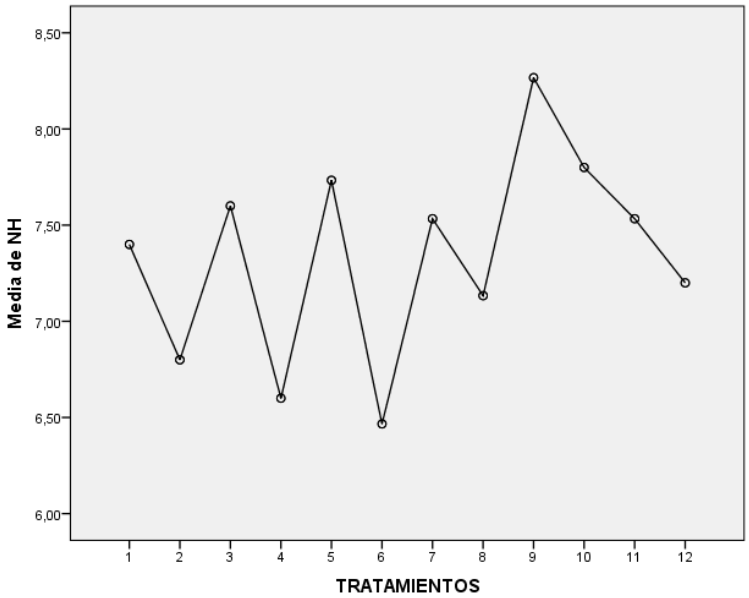


Figura14. Media de número de hojas a los 60 días.

En la figura15 observamos que los tratamientos T2, Y T6 con los factores : F2 (20 x 12 cm), SC y biocarbón al 5 %, y 15 %. Tuvieron la media más baja para el largo de hojas con: 8,3 cm y 7,6 cm respectivamente, al contrario de los tratamientos T7, T9 con factores F1(26 x 16 cm), SE y biocarbon al 5 % y 10 %, que tuvieron medias más altas para el largo de la hoja. Con 10,55 cm y 10,67 cm donde se cumple nuevamente lo escrito por (Gutiérrez R, Gómez S, & Rodriguez L, 2011). que indica que el crecimiento radicular influye en: largo de hoja, ancho de hoja, y número de hoja.

Cabe mencionar que el tratamiento T10 con los factores: F2(20 x 12 cm), SE y biocarbón al 10 %), también tuvo una de las medias más altas, aunque este tratamiento no represento una media alta en el crecimiento radicular a los 60 días, tiene en común el factor de porcentaje de biocarbon usado en tratamiento T9

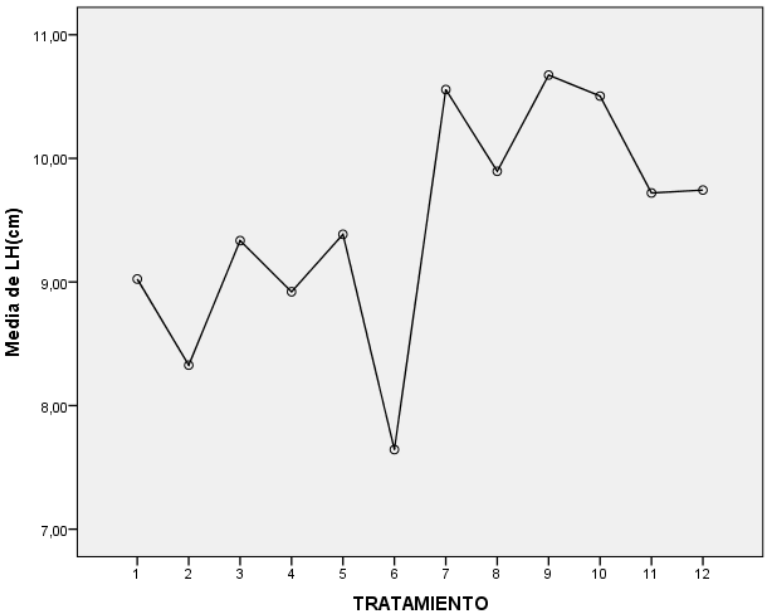


Figura 15. Media del largo de la hoja a los 30 días.

En la figura16 nos damos cuenta que los tratamientos T2, Y T4 con los factores: F2 (20 x 12 cm), SC y biocarbon al 5 %, y 10%. Tuvieron la media más baja para el largo de hojas con: 9,8cm y 9 cm respectivamente, al contrario de los tratamientos T7, T9 con factores F1(26 x 16 cm), SE y biocarbon al 5 % y 10 %, tuvieron medias más altas para el largo de la hoja. Con 12.21 y 11,0.6 cm, citando lo escrito por (Gutiérrez R, Gómez S, & Rodriguez L, 2011) donde dice que el crecimiento radicular influye en: largo de hoja, ancho de hoja, y numero de hoja.

.

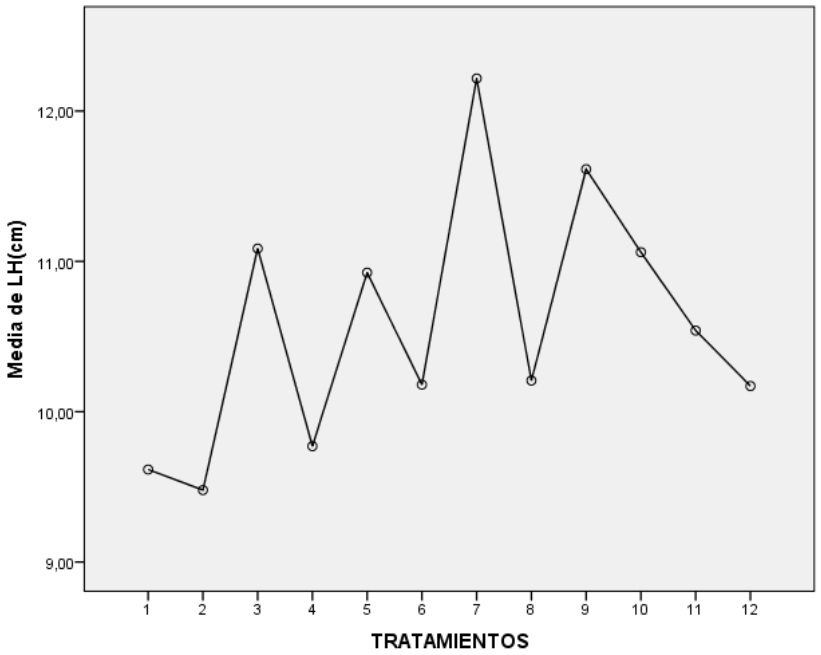


Figura16. Media del largo de la hoja a los 60 días

En la figura 17 observamos que no existe una diferencia significativa entre la mayoría de tratamientos con corte apical (T1-T6) y los tratamientos con semilla entera (T7-T12), a excepción del T5 y T6 que son los tratamientos con la media más baja para el ancho de hoja con (3,88 cm) y (3,81 cm) respectivamente.

Se estima que el ancho de las hojas se ve afectado por el alto porcentaje de biocarbón, según (Tenesaca Martinez, 2019) las cantidades elevadas de biocarbón en el sustrato inhibe el correcto desarrollo de la planta en sus primeras etapas fenológicas debido a la retención de nutrientes por su medio alcalino.

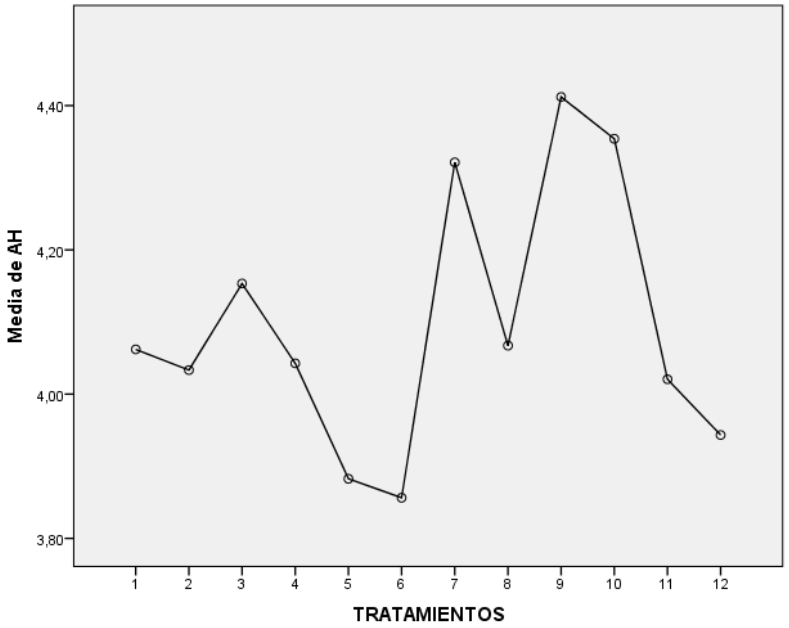


Figura17. Media del ancho de la hoja a los 30 días

En la figura 18 se observa que la media más baja para el ancho de las hojas a los 60 días es propia del grupo de semillas con corte apical (T1-T6), mientras que la media más alta fue alcanzada por el grupo de semillas sin corte apical (T7 y T12). Evidenciando que los mejores tratamientos en cada grupo son aquellos que poseen un 10 % de biocarbón y se han desarrollado en F1 (26 x 16).

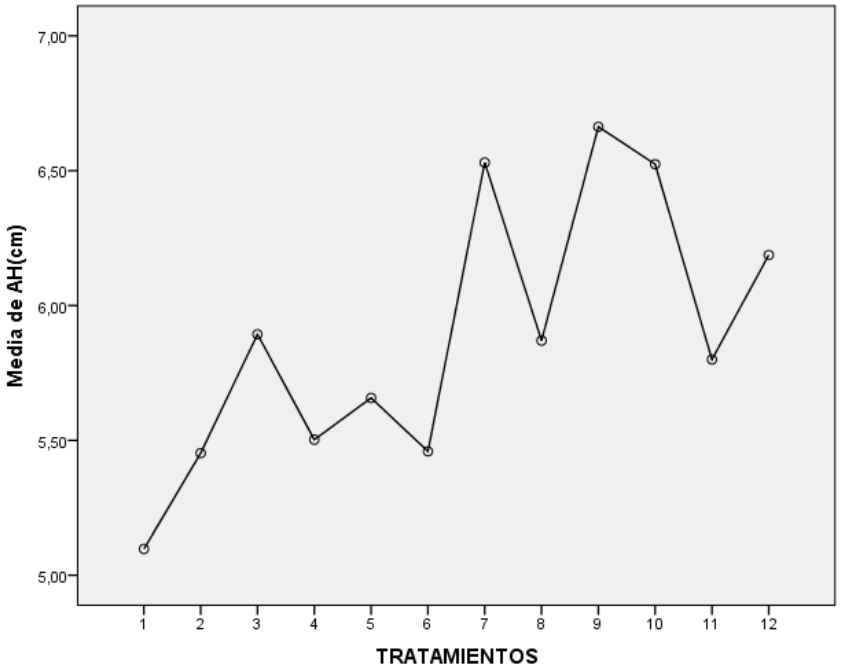


Figura18. Media del ancho de la hoja a los 60 días

5. CONCLUSIONES

- El corte apical de la semilla demostró ser el mejor tratamiento para el porcentaje de emergencia tomado a los 10 días, mientras que para el desarrollo de las plántulas evaluado a los 30 y 60 días el tratamiento sin corte de cotiledones fue el mejor.

- Tanto para el grupo de semillas con corte apical, como para el grupo sin corte apical, la aplicación de la dosis de biocarbon al 10% presento los mejores resultados en las variables de longitud de raíz, altura de planta y diámetro del tallo; seguido de cerca por la dosis del 5% de biocarbón. A su vez se observó una mejor estructura en las raíces en aquellos tratamientos con una dosis de biocarbón al 15%.

- El factor tamaño de funda F1(26 x 16 cm) demostró ser mejor para el desarrollo radicular, debido a que las dimensiones de la funda brindan un mayor espacio para su crecimiento y evita el atrofiamiento de las mismas.

- El tratamiento T9 (SE, F1, biocarbón al 10 %) presento las mejores cualidades (longitud de raíz, diámetro de tallo, altura de tallo, número de hoja, largo de hoja, ancho de hoja) para ser utilizado como patrón de injerto.

6. RECOMENDACIONES

- Para la obtención de un buen patrón de injerto en cultivo de cacao, se recomienda sembrar semillas enteras, fundas de (26x16 cm) y una dosis de 10% de biocarbon en el sustrato.

- Si se realiza una propagación de patrones con corte apical en la semilla, para obtener un mayor porcentaje de emergencia; las medidas de desinfección del sustrato deben de ser más rigurosas, preferiblemente repetir por segunda vez el proceso asegurándose plenamente de una desinfección total, por cuanto estas semillas están más propensas al ataque de hongos, por lo tanto el porcentaje de mortalidad será más alto.

7. BIBLIOGRAFÍA

ANECACAO. (2015). EL CACAO ECUATORIANO. *ANECACAO*.

ANECACAOFFF. (2019). SECTOR EXPORTADOR DE CACAO. *ANECACAOFFFFFFF*.

Chacón, I., Goméz, C., & Márquez, V. (2007). Caracterización morfológica de frutos y almendras. *Revista de la Facultad de Agronomia - LUZ*, 203.

FAO. (2020).

Garcia Lopez, M. P. (2011). *Estudio Agromorfologico y fisicoqímico de ecotipos de caca cultivados en los municipios de Usulután y California del Departamento de Usulután en El Salvador(TESIS).* UNIVERSIDAD DR.JOSÉ MATÍAS DELGADO, Antiguo Cuscatlán.

Gutiérrez R, M., Gómez S, R., & Rodriguez L, N. F. (2011). Comparamiento del crecimiento de plántulas de cacao (Theobroma cacao L.), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato. *Dialnet*, 33-42.

Mosquera, M. M. (2016). *"EFECTOS DEL FOSFORO Y AZUFRE SOBRE EL RENDIMIENTO DE MAZORCAS, EN UNA PLANTACIÓN DE CACAO (Theobroma cacao L.) CCN-51, EN LA ZONA DE BABAHOYO.* UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO, BABAHOYO.

Ordoñez Araque, R., & El Salous, A. (2019). *Historia ancestral del cacao. Año 3500 a.C. a 1700 d.C.* Guayaquil-Ecuador: Grupos Compás.

Quintana Fuentes, L. F., Gomez Castelblanco, S., García Jerez, A., & Martínez Guerrero, N. (2014). Caractización de tres índices de cosecha de cacao de los clones CC51, ICS60 e ICS95, en la montaña santaderena, Colombia. *Dialnet*, 255-256.

Quintero R, M. L., & Díaz Morales, k. M. (2004). El mercado Mundial Del Cacao. *Scielo*.

Sanchez, F. (2015). Potencial sanitario y productivo de 12 clones de cacao en Ecuador. *Scielo*.

Tenesaca Martinez, S. (2019). Determinación de la dosis optima de Biocarbón como enmienda edáfica en el cultivo de Banano(Musa X paradisiaca) clon Williams.

Anecacao. (2015). *Cacao Nacional*. http://www.anecacao.com/es/quienes-somos/cacao-nacional.html

Arvelo Sánchez, M. Á., González León, D., Maroto Arce, S., Delgado López, T., & Montoya Rodríguez, P. (2017). Manual Técnico del Cultivo de Cacao Buenas Prácticas para América Latina. In *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)*. IICA. file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/BVE17089191e (4).pdf

Aspiazu, R. (2018, July 29). *El 'boom' del cacao ecuatoriano (1870-1925) | El Comercio*. https://www.elcomercio.com/tendencias/boom-cacao-ecuatoriano-colonia-economia.html

Avedaño, A., Villareal, J., Campos, E., Gallardo, R., Mendoza, A., Aguirre, J., Sandoval, A., & Espinosa, S. (2011). *Diagnóstico del cacao en México* (I. SAGARPA, SNICS, SINAFERI (Ed.); Primera ed). Universidad Autónoma Chapingo. http://www.sidalc.net/cgi-

bin/wxis.exe/?IsisScript=sibe01.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=034119

Batista, L. (2009). Guía Técnica El Cultivo de Cacao. *Santo Domingo, Republica Dominicana.Centro Para El Desarrollo Agropecuario y Forestal CEDAF*, *2*(1), 250. https://doi.org/10.1016/S0365-6691(10)70034-4

De La Cruz Medina, J., Vargas Ortiz, M. A., & Del Angel Coronel, O. A. (2009). CACAO: Operaciones Poscosecha. In FAO (Ed.), *Instituto Tecnológico de Veracruz*. FAO. http://www.fao.org/3/a-au995s.pdf

Dosert, N., Roque, J., Cano, A., La Torre, M., & Weigend, M. (2011). Hoja Botánica: Cacao. In *Hoja botánica* (p. 19 p). http://www.botconsult.com/downloads/Hoja_Botanica_Cacao_2012.pdf

Enriquez, G. (2010). *Cacao Organico: Guía para productores ecuatorianos* (2nd ed.). https://books.google.com.ec/books?id=FZozAQAAMAAJ&pg=PA4&dq=Cacao+orgánico,+guía+para+productores+ecuatorianos+2010&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiLx7779ufnAhW7lHIEHZeGD70Q6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false

Enríquez, G. (1987). *Manual de Cacao Para Agricultores* (Primera Ed). https://books.google.com.ec/books?id=HN_lSlbgzXsC&pg=PA83&dq=enriquez+2010+manual+de+cacao&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjRwcrEhOvnAhW3l3IEHZjxC64Q6AEIMDAB#v=onepage&q=enriquez 2010 manual de cacao&f=false

Escalante, A., Pérez, G., Hidalgo, C., López, J., Campo, J., Valtierra, E., & Etchevers, D. (2016). Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo. In *Biochar*.

FAO. (2020). *FAOSTAT*. http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize

FDI. (2009). *Delinat-Institut für Ökologie und Klimafarming El biocarbón como material orgánico para la mejora del suelo*.

Guerrero, G. (2013). *El cacao ecuatoriano su historia empezó antes del siglo XV*. El comercio.

INIAP. (1993). *Manual del cultivo de cacao.* nstituto Nacional Autónomo de investigaciones Agropecuarias.

INTA. (2010). *Guía tecnológica del cultivo de cacao* (Issue Guia Técnica del Cultivo de Cacaol, p. 42). Instituto Nicaraguense de Tecnología Agropecuaria. http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/12/Guia-CACAO-2010.pdf

Joseph, S. D. (2010). An investigation into the reaction of biochar in soil,. *Australian Journal of Soil Research*, *48*, 501–516.

Lehmann J, J. S. (Ed.). (2009). What is Biochar. In *Biochar for environmental management - science and technology*. earthscan.

Leon, C. (2016). *La arqueología del cultivo de cacao en Yucatán: un análisis palinológico en el ts'ats Xkakhuil (Tesis de grado)*. https://www.academia.edu/28870733/La_arqueología_del_cultivo_de_cacao_en_Yucatán_un_análisis_palinológico_en_el_tsats_Xkakhuil

Montes, M. (2016). *"Efectos del fosforo y azufre sobre el rendimiento de mazorcas, en una plantación de cacao (Theobroma cacao L.) CCN-51, en la zona de Babahoyo.* [UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO]. www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/7EFD356D05AA06EA05256A31007595F9/$fil

e/Funciones+del+F%25C3%25B

Palencia, G., Mejía Florez, L. A., & Castellanos, O. A. (2000). *Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción del Cacao* (Vol. 95). file:///C:/Users/Pracom/Downloads/220.3.pdf

Silva, C., Venturieri, G., & Figueira, A. (2004). *Description of Amazonian Theobroma L. collections, species identification, and characterization of interspecific hybrids* (p. 18). Acta Bot. Brasil.

Trupiano, D. (2007). *(PDF) Hoja botánica: Cacao - Theobroma cacao L.* https://www.researchgate.net/publication/321796507_Hoja_botanica_Cacao_-_Theobroma_cacao_L

Vera, J., & Mogrovejo, E. (1979). AUMENTE LA PRODUCCION DE SUS CACAOTALES HACIENDO POLINIZACION MANUAL SUPLEMENTARIA. In *Revista Ciencia e Investigación* (Vol. 1, Issue 4, p. 10). INIAP. https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1570/1/Boletín técnico Nº 36.pdf

Yin Chan, H. X. (2009). Nutrient Properties and Their Enhancement. In J. S. Lehmann J (Ed.), *Biochar for environmental management*. earthscan.

8. ANEXOS

Anexo1. Preparación de formol al 40%

Anexo2. Longitud de raíz del tratamiento T6

(60 días) .

Anexo3. Longitud de raíz del tratamiento T4 60 (60 días)

Anexo4. Medición del ancho de la hoja

Anexo5. Raíz del tratamiento T2

Anexo 6. Raíz del tratamiento T4

Anexo7. Raíz del tratamiento T6

Anexo8. Ejemplo del corte realizado

Anexo 9. Siembra de semillas con corte apical