

09

Fecha de presentación: abril, 2020

Fecha de aceptación: junio, 2020

Fecha de publicación: agosto, 2020

EFFECTOS DEL CORTE APICAL EN SEMILLAS DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.) ICS 95 EN SUSTRATOS CON BIOCARBÓN PARA LA OBTENCIÓN DE PORTAINJERTOS

EFFECTS OF APICAL CUTTING ON CACAO SEEDS (THEOBROMA CACAO L.) ICS 95 IN SUBSTRATES WITH BIOCARBON FOR OBTAINING ROOTSTOCKS

Jonathan Gorotiza Pinzón¹

E-mail: jgorotiza_est@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5240-9209>

José Nicasio Quevedo Guerrero¹

E-mail: jquevedo@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8974-5628>

Rigoberto Miguel García Batista¹

E-mail: rmgarcia@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Gorotiza Pinzón, J., Quevedo Guerrero, J.N., & García Batista, R.M. (2020). Efectos del corte apical en semillas de cacao (teobroma cacao L.) ICS 95 en sustrato con biocarbón para la obtención de portainjertos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(2), 66-72.

RESUMEN

Esta investigación nace como alternativa para solucionar este problema que se da en la mayoría de viveros del país, se evalúan las siguientes variables, 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, efecto de 3 dosis de Biocarbón 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. 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 variación significativa entre los mismos. El mejor tratamiento fue el T9 (semilla entera, funda grande, biocarbón al 10%) debido a que presento las medias mayores para diámetro de tallo, altura de tallo, número de hojas, largo y ancho de hoja; las mejores características para ser destinado como un patrón de injerto y que permanezca menos tiempo en vivero.

Palabras clave:

Cacao, corte apical, biocarbón, desarrollo, estructura.

ABSTRACT

This research is born as an alternative to solve this problem that occurs in most nurseries in the country, the following variables are evaluated, effect of the apical cut applied to the ICS-95 cocoa seed cotyledons in the percentages of germination, emergence, and seedling development, effect of 3 doses of Biocarbón applied to the substrate by measuring variables plant height, root length and stem diameter; effect of two different sizes of covers. The design used was a factorial structure comprised of 3 factors; factor A: Cut in the seed, Factor B: sheath size and Factor C: Substrate. With a total of 12 treatments, it was compared that there is a significant variance between them. The best treatment was T9 (whole seed, large sheath, 10% biochar) because it presented the highest means for stem diameter, stem height, number of leaves, leaf length and width; the best characteristics to be used as a grafting pattern and to remain in the nursery for less time.

Keywords:

Cocoa, apical cutting, biocarbón, development, structure.

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 & Díaz Morales, 2004). Entre América Latina y América Central, ocupan el 14,9 % de la producción de cacao en grano a nivel mundial.

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 (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao del Ecuador, 2015). Las zonas de mayor producción del cultivo de cacao en el Ecuador son; Manabí, Guayas, Los Ríos y Sucumbíos (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao del Ecuador, 2019).

La producción de cacao en el país viene aumentando con el pasar de los años, ya que cada año las hectáreas sembradas son más, esto se debe a que el Ecuador viene ganando cada vez más espacio en el mercado internacional. 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 ha ganado a lo largo de estos años. 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 (Enríquez, 2010).

Por esta razón se decidió realizar esta investigación con el objetivo de encontrar la calidad del patrón de injerto desde el vivero, para garantizar un buen desarrollo y productividad en el cultivo establecido, a la vez determinar el efecto del corte apical en semillas de cacao sembradas en sustrato con diferentes dosis de biocarbón, y fundas de dos tamaños comerciales, del clon ICS 95, cacao de alta productividad y resistencia a plagas y enfermedades además posee un aroma y sabor de alta calidad y se desarrolla perfectamente en la zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

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.

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.

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

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.

Características del clon utilizado, “ICS 95”, Es un híbrido trinitario creado en 1931 en Trinidad sus siglas significan “Imperial Collage Selección” es un clon de alta productividad, moderadamente resistente a enfermedades, fino de aroma y de buen sabor (Quintana, et al., 2014). Además es un cacao del grupo de los trinitarios, tiene características muy favorables según Mejía & Argüello (2000); y Batista (2009).

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.

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 (Figura 1).



Figura 1. Corte de semilla.

Factor B: Fundas, F1: 10x6 in (26x16 cm), F2: 8X5 in 20x12 cm)

Factor C: Sustrato, S1: 5 % Biocarbón + suelo, S2: 10 % Biocarbón + suelo,

S3: 15 % Biocarbón + suelo.

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. Trupiano (2007), argumenta sobre los efectos benéficos del biocarbón en el suelo para la productividad de planta o para la acción microbiana, cuestión considerada en la preparación del sustrato.

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 1.5 cm, a algunas semillas evitando cortar el punto de crecimiento.

Tabla 1. Combinación de los tratamientos.

CORTE SEMILLA	TAMAÑO DE FUNDA	SUSTRATOS	TRATAMIENTOS
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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 2 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 T10 que tuvo un porcentaje del 75 % al igual que el T2. Podemos observar en la figura 3, que los tratamientos T2, T4 y T6 presentaron la media más baja,

en la variable largo de raíz a los 30 días, con 15,33 cm, 14,50 cm y 14,66 cm respectivamente en estos tratamientos se usó biocarbón 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 implicó pérdida 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 tratamientos se usó: semilla sin corte apical, fundas grande (26 x 16 cm) y biocarbón al 5 % 10 % y 15 % respectivamente. Resultando 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 fueron, T2, T4, T6.

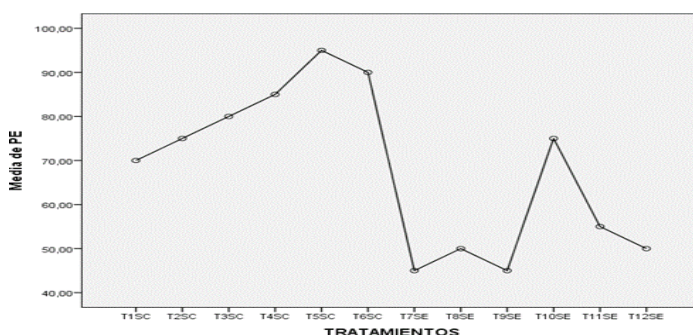


Figura 2. Media del Porcentaje de Germinación.

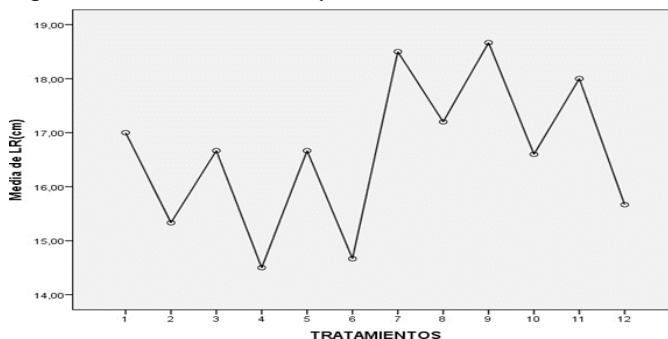


Figura 3. Longitud de raíz a los 30 días de la siembra.

En la figura 4 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, Gómez & Rodríguez (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.

Observamos 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 biocarbón al 5 % 10 % y 15 %. Se infiere que dicha característica en estos tratamientos se debe al corte apical realizado en la semilla, lo cual disminuyó la reserva de nutrientes en los cotiledones para el desarrollo de la plántula; a diferencia de los tratamientos T7, 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 (figura 4).

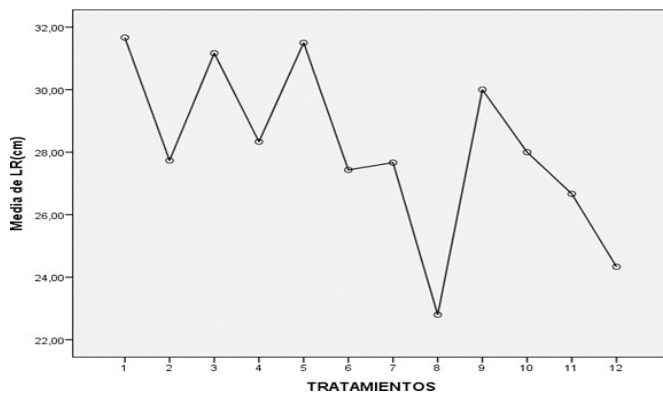


Figura 4. Longitud de la raíz a los 60 días de sembrada.

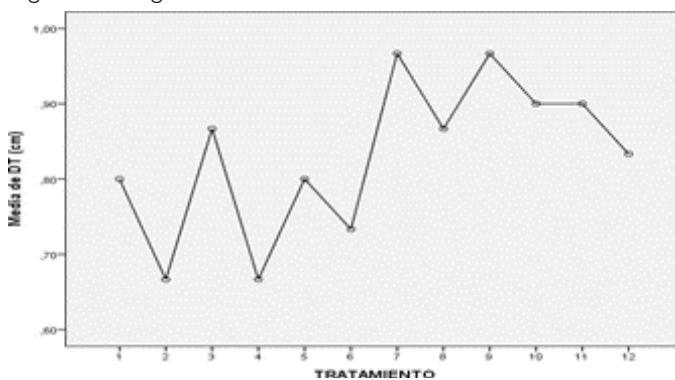


Figura 5. Diámetro del tallo a los 30 días.

En la figura 6 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 biocarbón a 5 % y 15 % tuvieron la media más baja con 1,37 cm y 1,33 cm respectivamente, corroborando lo escrito por Gutiérrez, et al. (2011), donde se menciona 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 limitó 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. Es de destacar 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 biocarbón usado en el T9.

Se evidencia en la figura 7, que el 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, Quevedo & García, 2020) 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 biocarbón 15 % siendo esta dosis la más alta entre los factores. Mientras tanto los tratamientos T7 y 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.

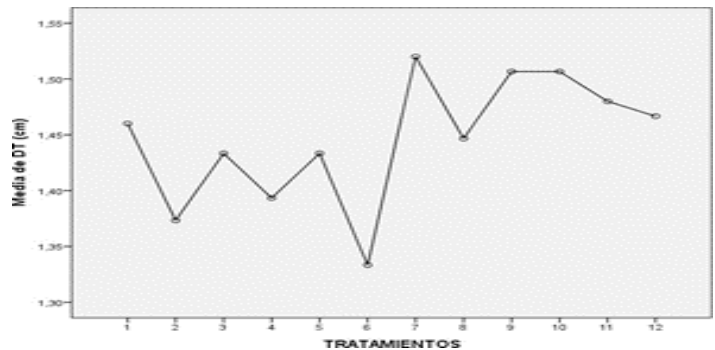


Figura 6. Diámetro del tallo a los 60 días.

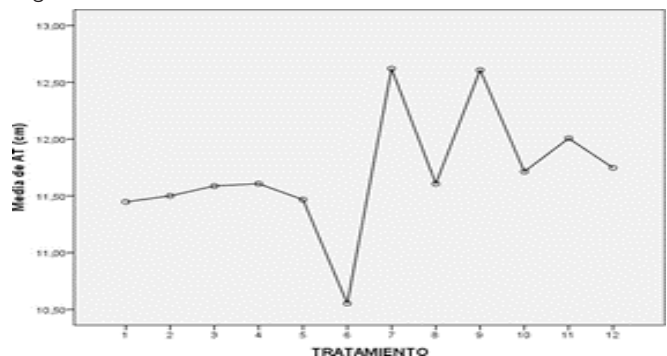


Figura 7. Altura de tallo a los 30 días.

En la figura 8 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, et al., 2020) 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, 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, et al. (2011), que el crecimiento radicular influye en: largo de hoja, ancho de hoja, y numero de hoja (figura 9).

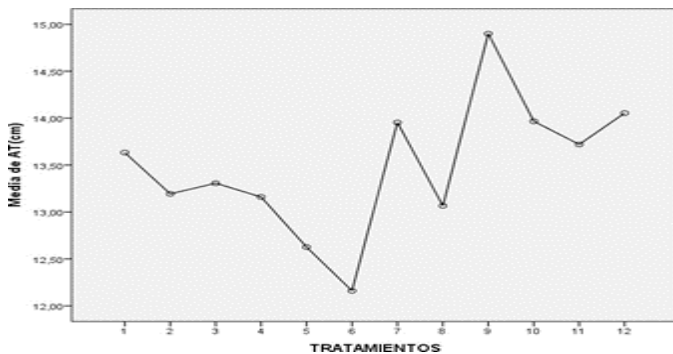


Figura 8. Altura de tallo a los 60 días.

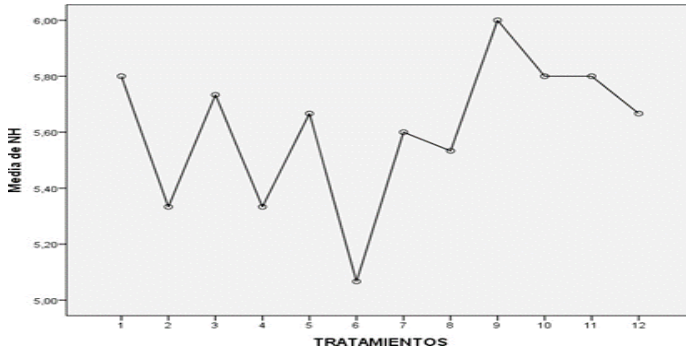


Figura 9. Número de hojas a los 30 días.

En la figura 10 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 mayor para el número de hojas, con 8,22, corroborando nuevamente con acuerdo lo expresado por Gutiérrez, et al. (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.

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 biocarbón 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, et al. (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 biocarbón usado en tratamiento T9 (Figura 11).

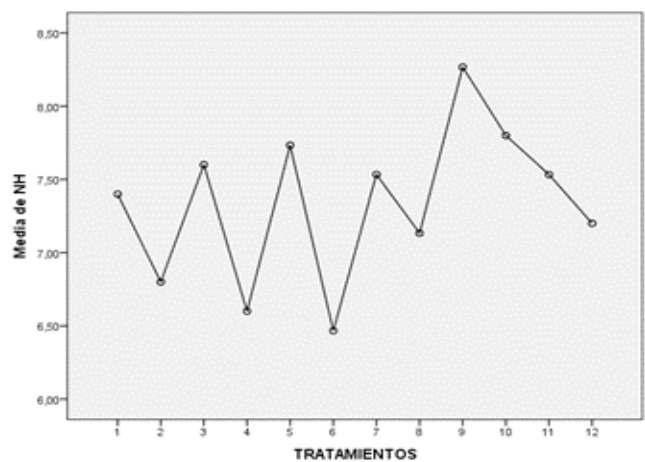


Figura 10. Número de hojas a los 60 días.

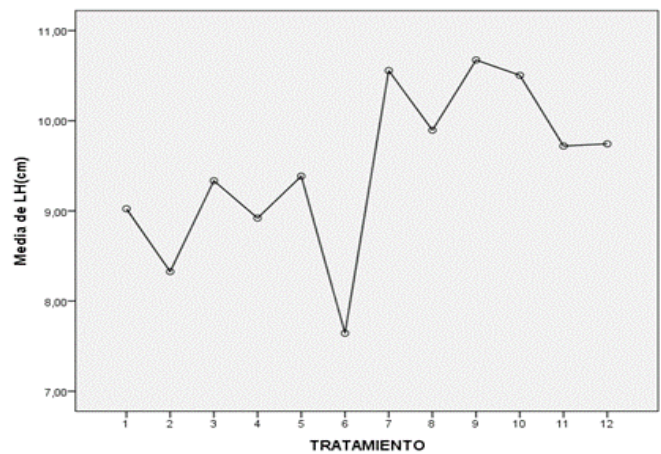


Figura 11. Largo de la hoja a los 30 días.

La figura 12 muestra que los tratamientos T2, Y T4 con los factores: F2 (20 x 12 cm), SC y biocarbón 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 biocarbón al 5 % y 10 %, tuvieron medias más altas para el largo de la hoja. Con 12.21 y 11,0.6 cm, coincidiendo con Gutiérrez, et al. (2011), que expresan que el crecimiento radicular influye sobre el largo, ancho, y número de hoja.

La variable ancho de la hoja (figura 13), observamos que no existe diferencia significativa entre la mayoría de los 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, et al., 2020) 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.

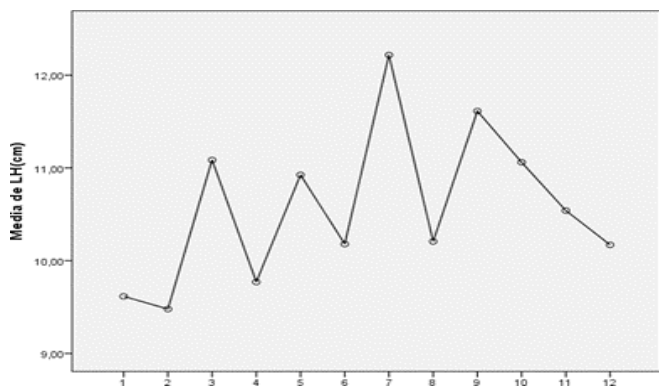


Figura 12. Largo de la hoja los 60 días.

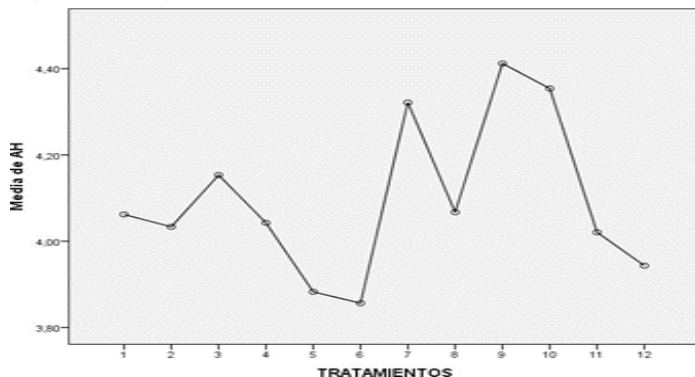


Figura 13. Ancho de la hoja los 30 días.

Al observar los resultados mostrados en la figura 14 se aprecia 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).

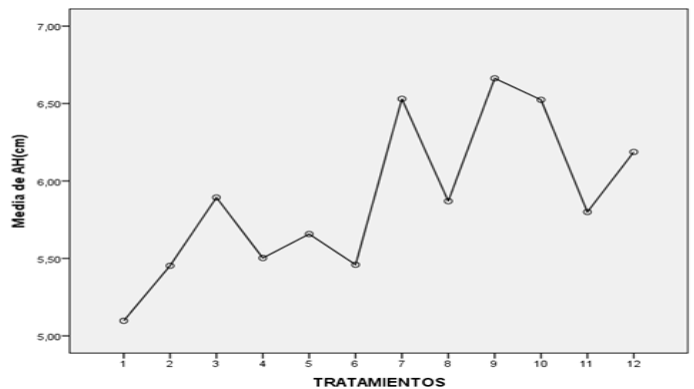


Figura 14. Ancho de la hoja los 60 días.

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 biocarbón al 10% presentó 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 %) presentó 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.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación Nacional de Exportadores de Cacao del Ecuador. (2015). El cacao ecuatoriano. http://www.anecacao.com/uploads/estadistica/resumen-exportacion-de-cacao-2015-anecacao-ecuador_1.pdf
- Asociación Nacional de Exportadores de Cacao del Ecuador. (2019). Sector exportador de cacao. <http://www.anecacao.com/uploads/estadistica/cacao-ecuador-2019.pdf>
- Batista, L. (2009). Guía Técnica El Cultivo de Cacao. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal.

- Enríquez, G. (2010). Cacao Orgánico: Guía para productores ecuatorianos. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- Gutiérrez, R. M., Gómez, S. R., & Rodríguez, N. F. (2011). Comportamiento del crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 12(1), 33-41.
- Mejía Florez, L. A., & Argüello Castellanos, O. (2000). Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción del Cacao. Impresores Colombianos.
- Quintana Fuentes, L. F., Gómez Castelblanco, S., García Jerez, A., & Martínez Guerrero, N. (2014). Caracterización de tres índices de cosecha de cacao de los clones CC51, ICS60 e ICS95, en la montaña santaderena, Colombia. *Revista De Investigación Agraria Y Ambiental*, 6(1), 252 - 265.
- Quintero, M. L., & Díaz Morales, K. M. (2004). El mercado mundial del cacao. *Agroalimentaria*, 9(18), 47-59.
- Sánchez-Mora, F., Medina-Jara, S., Díaz-Coronel, G., Ramos-Remache, R., Vera-Chang, J., Vásquez-Morán, V., & Onofre-Nodari, R. (2015). Potencial sanitario y productivo de 12 clones de cacao en Ecuador. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38(3), 265–274.
- Tenesaca Martínez, S., Quevedo Guerrero, J. N., & García Batista, R. M. (2020). Determinación de la dosis óptima de biocarbón como enmienda edáfica en el cultivo de banano (*Musa X Paradisiaca* L.) Clon Williams. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 134-141.
- Trupiano, D. (2007). Hoja botánica: Cacao - *Theobroma cacao* L. https://www.researchgate.net/publication/321796507_Hoja_botanica_Cacao_-Theobroma_cacao_L