

# 11

Fecha de presentación: abril, 2020

Fecha de aceptación: julio, 2020

Fecha de publicación: agosto, 2020

## RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE BIOCHAR OBTENIDO DE RESIDUOS DE BANANO Y CACAO, EN EL CULTIVO DEL MAÍZ

RESULTS OF THE APPLICATION OF BIOCHAR OBTAINED FROM BANANA AND COCOA RESIDUES, IN THE CULTIVATION OF MAIZ

Federy Javier Marín Armijos<sup>1</sup>

E-mail: [fjmarin\\_est@utmachala.edu.ec](mailto:fjmarin_est@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7808-2526>

Rigoberto Miguel García Batista<sup>1</sup>

E-mail: [rmgarcia@utmachala.edu.ec](mailto:rmgarcia@utmachala.edu.ec)

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

Salomón Alejandro Barrezueta Unda<sup>1</sup>

E-mail: [sabarrezueta@utmachala.edu.ec](mailto:sabarrezueta@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4147-9284>

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Marín Armijos, F. J., García Batista, R. M., & Barrezueta Unda, S. A. (2020). Resultados de la aplicación de biochar obtenido de residuos de banano y cacao, en el cultivo del maíz. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(2), 83-88.

### RESUMEN

El carbón vegetal o biochar ha demostrado mejorar la calidad de los cultivos al igual que su productividad y sustentabilidad. El objetivo de este estudio fue determinar la influencia de la aplicación de biochar obtenido de residuos de banano y cacao, en el cultivo de maíz. El diseño experimental constó de 4 tratamientos, en parcelas de 7,5 m<sup>2</sup> cada uno con 3 repeticiones, el tratamiento TBC, TBB, TNPK, TT, en los tratamientos TBC y TBB se aplicó 10 kg de carbón vegetal de cacao y 10 kg de carbón vegetal de banano, por surco respectivamente, en el tratamiento fertilizado se aplicó 6,6 y 12 g de Nitrógeno, a los 13 y 40 días después de la siembra DDS, 5 g y 4 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O durante los 21 (días después de la siembra) DDS y 5 g de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O a los 40 DDS, en el testigo no se aplicó ninguna enmienda. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, grosor del tallo, a los 21, 42 y 56 DDS (días después de la siembra), largo, diámetro y peso de mazorca, a los 85 días. Se compararon los diferentes tratamientos y se observaron diferencias significativas, los resultados muestran que el tratamiento biochar de cacao (TBC) supera en altura de planta al tratamiento biochar de banano (TBB) respectivamente mientras el valor más bajo de altura lo presentó el tratamiento (TBB).

Palabras clave:

Biochar, Efecto, Aplicaciones.

### ABSTRACT

Charcoal or biochar has been shown to improve crop quality as well as productivity and sustainability. The objective of this study was to determine the influence of the application of biochar obtained from banana and cocoa residues, on maize cultivation. The experimental design consisting of 4 treatments, in plots of 7.5 m<sup>2</sup> each with 3 repetitions, the treatment TBC, TBB, TNPK, TT, in the TBC and TBB treatments 10 kg of cocoa vegetable charcoal and 10 kg of banana charcoal, per furrow respectively, in the fertilizer treatment 6.6 and 12 g of Nitrogen was applied, at 13 and 40 days after DDS planting, 5 g and 4 g of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O during the 21 (days after planting) DDS and 5 g of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O at 40 DDS, the witness did not apply any amendment. The variables evaluated were: plant height, stem thickness, at 21, 42 and 56 DDS (days after planting), long, diameter and cob weight, at 85 days. The different treatments were compared and significant differences were observed, the results show that the biochar cocoa treatment (TBC) exceeds plant height to the biochar banana treatment (TBB) respectively while the lowest height value was presented by the treatment (TBB).

Keywords:

Biochar, effect, applications.

## INTRODUCCIÓN

El ser humano ha mecanizado y explotado de forma intensiva el suelo, con la finalidad de suministrar alimentos a una población en constante crecimiento, el crecimiento de la frontera agrícola ha permitido que una parte de la población agrícola obtenga beneficios sociales y económicos, no se puede dejar de atender el daño que se causa al suelo. A este problema, la elaboración de abonos que incremente el rendimiento de los cultivos de una manera sustentable, es una alternativa para recuperar y disminuir el impacto en los suelos.

El uso de los residuos vegetales en general como abono son una alternativa viable, aunque dependiendo del sistema agrario, su extracción puede interferir en el proceso de reciclado de los nutrientes, como sucede en los cultivares de cacao o café cuando parte de la biomasa de la cosecha no se reincorpora al suelo.

Las enmiendas con carbón vegetal al suelo han mejorado la calidad del suelo y elevado el rendimiento de los cultivos, debido a que se mejoran las propiedades fisicoquímicas del suelo, incluida la retención de nutrientes y el aumento del contenido de agua, el PH y los niveles de carbono.

La importancia de la explotación del maíz en el Ecuador radica en su distribución y la forma de consumo, que está bien identificada; así en las tierras bajas se siembra maíz amarillo cristalino, y su consumo es para la industria de balanceados, especialmente avícola, mientras que, en región andina se produce y consume exclusivamente granos de textura harinosa y suave, al maíz se lo puede utilizar ya sea en tierno o en seco y es un ingrediente fundamental dentro de la dieta de los ecuatorianos.

Se compararon los diferentes tratamientos y se observaron diferencias significativas, los resultados muestran que el tratamiento biochar de cacao (TBC) supera en altura de planta al tratamiento biochar de banano (TBB) con 136,20 cm y 94,10 cm respectivamente a los 42 DDS, mientras que a los 21 DDS el valor más bajo de altura del tallo lo presentó el tratamiento TBB, con 20 cm.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el sitio Carcabón, cantón Arenilla, en la provincia de El Oro (Ecuador), ubicado entre las coordenadas geográficas de 3°32'15,8" S y 80°11'18,5" W a una altura de 20 m s. n. m. la temperatura promedio de la zona fue de 26,63 °C, con una precipitación anual de 57,19 mm y una humedad relativa del 77,66%. (Javier, 2019) La variación de

temperatura y precipitación tomada in situ, durante el ensayo (figura 1), fue de 25 a 28 °C y de 2 a 120 mm, respectivamente; valores que indicaron un clima Tropical Mega-térmico semiárido.

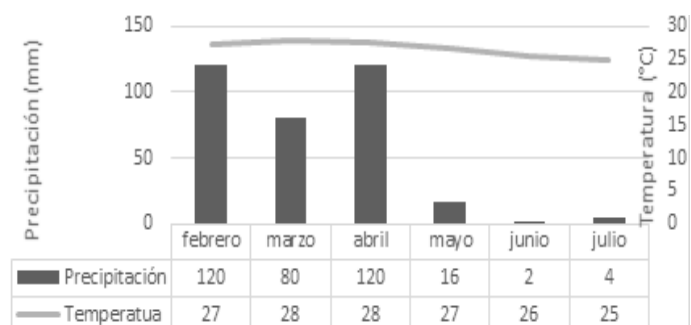


Figura 1. Registro promedio de precipitación y temperatura en la zona donde se realizó el estudio.

La aplicación del carbón vegetal de forma directa al suelo como enmienda, puede resultar tóxico e incluso inhibir la germinación de las semillas, varios autores mencionan que el carbón vegetal se debe mezclar con compost, humus o estiércol para lograr su máxima utilidad.

El diseño del experimento en campo (figura 2), se conformó de 3 repeticiones y cuatro tratamientos, que fueron:

TRATAMIENTO 1 (TBC), biochar o carbón vegetal de residuos de mazorca de cacao.

TRATAMIENTO 2 (TBB), biochar o carbón vegetal de residuos del banano, raquis.

TRATAMIENTO 3 (TNPk), fertilizantes químicos, (nitrógeno, fósforo y potasio).

TRATAMIENTO 4 (TT), testigo.



Figura 2. Vista frontal del experimento.

La cantidad de carbón vegetal de cacao y banano aplicado fue de 10 kg, y se aplicó a lo largo de cada surco, luego se removió el suelo y se incorpore en su

totalidad, dejando en reposo por 2 semanas, tiempo en el cual solo se realizó un riego por inundación, a los 7 días de aplicado el carbón.

Las dosis del tratamiento químico, NPK, lo conformó 6,6 y 12 g de N en forma de urea por plantas, a la tercera y sexta semana de sembrado; 5 g y 4 g de P y K por planta en la tercera semana de sembrado, respectivamente y 5 g de ambos fertilizantes en la sexta semana.

Se utilizó semillas del híbrido de maíz TRUENO NB7443, cuyo proveedor fue Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias del Ecuador (INIAP). La siembra se realizó el 09 de marzo del 2019, en un área de 35 m<sup>2</sup>, con una distancia de siembra de 58 x 45 cm, colocando dos semillas por sitio, a los 22 días se eliminó la segunda planta dejando la más vigorosa, obteniendo 4 plantas/m<sup>2</sup>.

Las variables estudiadas fueron: altura de las plantas, diámetro del tallo, longitud, ancho y largo de la hoja, diámetro y peso de la mazorca y se compararon los diferentes tratamientos en relación al tipo de enmienda utilizada. Los datos fueron tomados en 10 plantas por tratamiento, la cosecha se realizó a los 84 días de sembrado en estado de maíz duro.

Análisis estadístico, a todos los valores se le determinó la media y desviación estándar y tratados con la prueba de Shapiro Wilkde ( $p < 0,05$ ), al corroborar que no existió normalidad de los datos, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. También se aplicó la prueba T para muestras independiente a las variables porcentaje de carbón vegetal, PH y CE al 5 % de significancia. Todo el proceso se realizó con el software SPSS, versión 24.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La medición de las variables altura y diámetro del tallo en cm, se muestra su ejecución en la figura 3.



Figura 3. Medición de la altura y diámetro del tallo.

Las figuras 4, 5, 6, 7, 8 y 9, muestran los valores de las variables altura de la planta y diámetro del tallo, tomados a los 21, 42 y 56 días después de sembrado.

El crecimiento de las plantas fue significativo entre los tratamientos comparados (figuras 4, 5, 6). Los tallos más altos fueron los observados en el TBC, que aumentó de 37,90 a 184 cm entre el día 21 al día 56 después de sembrado, mientras el tratamiento con carbón vegetal de banano incrementó su tamaño de 20 cm, que fue el valor más bajo entre los tratamientos a 94 cm a los 42 días después de sembrado (DDS). Para los tratamientos TT y TNPK, los valores fueron hasta 123,67 y 129 cm respectivamente, similares resultados han sido obtenidos por Concilco & Moreno (2018), con registros de altura de los tallos, entre 108 a 119 cm a los 100 DDS en tratamientos con carbón de bambú (dosis, 2,25 kg ha<sup>-1</sup>) + Fertilizante DAP (dosis, 120-60-00 kg ha<sup>-1</sup>). Otros autores como Iglesias & Alegre, (2018), encontraron diferencias de altura en plantas de maíz, entre 272 a 274 cm a los 120 días, en la aplicación de 5 t ha<sup>-1</sup> de carbón de cortezas y ramas de eucalipto obtenido a 650°C. También estudios realizados por Ahmad & Abedin, (2016), manifiestan haber obtuvo en maíz un crecimiento de 133 cm a los 72 DDS, al aplicar carbón vegetal de banano (a 340 °C durante 4 h) con PH entre 7,50 y 8,54.

El diámetro del tallo varió en el día 21 entre 0,51 a 1,27 cm, con el menor valor el tratamiento de carbón vegetal de residuos de banano, y el más alto, el tratamiento carbón vegetal proveniente de residuos de cacao (figura 7). Entre los días 42 (figura 8) y



56 (figura 9), el crecimiento de los tallos disminuyó, manteniendo el tratamiento carbón vegetal cacao los valores mayores (2,70 cm y 2,80 cm), el tratamiento control o testigo arrojó los más bajos, que oscilaron entre 2,08 cm y 2,11 cm. Chicaiza, (2018), registró valores del diámetro del tallo con valores entre 1,78 cm y 1,88 cm a los 15 y 25 DDS respectivamente.

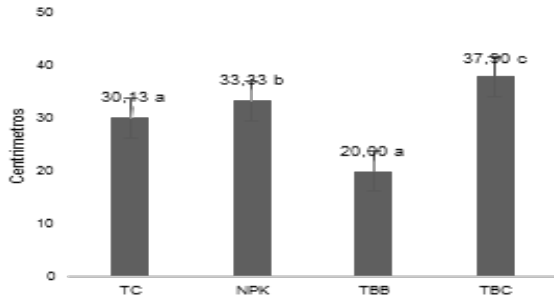


Figura 4. Comparación de parámetros morfológicos por tratamiento de: altura de plantas a los 21 días de sembrado.

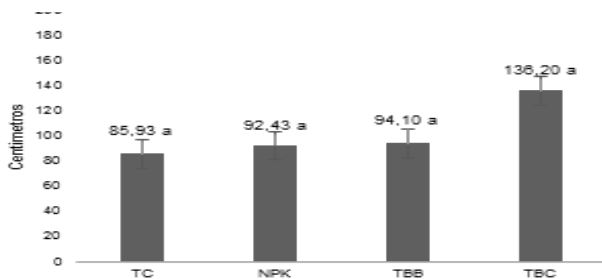


Figura 5. Comparación de parámetros morfológicos por tratamiento de: altura de plantas a los 42 días de sembrado.

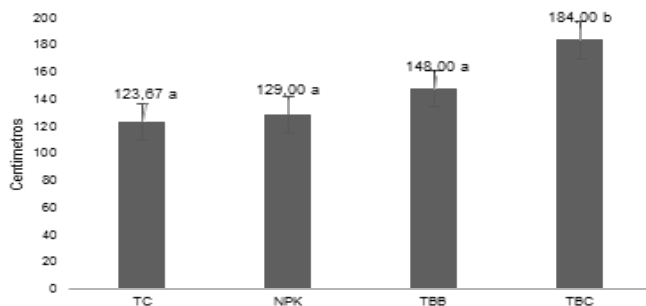


Figura 6. Comparación de parámetros morfológicos por tratamiento de: altura de plantas a los 56 días de sembrado.

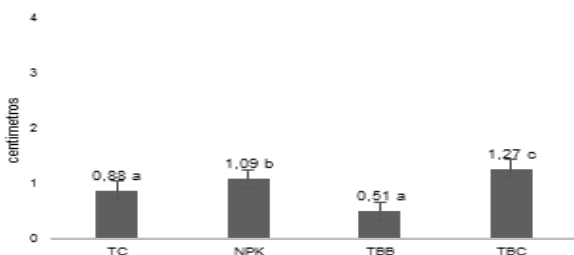


Figura 7. Comparación de parámetros morfológicos por tratamiento de: diámetro del tallo a los 21 días de sembrado.

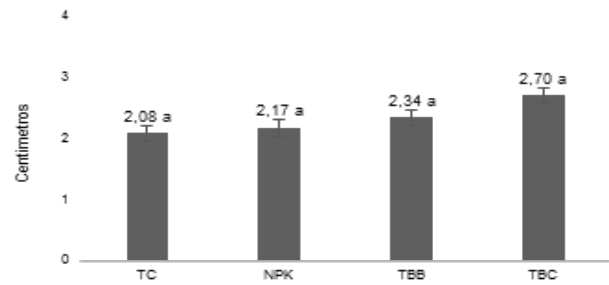


Figura 8. Comparación de parámetros morfológicos por tratamiento de: diámetro del tallo a los 42 días de sembrado.

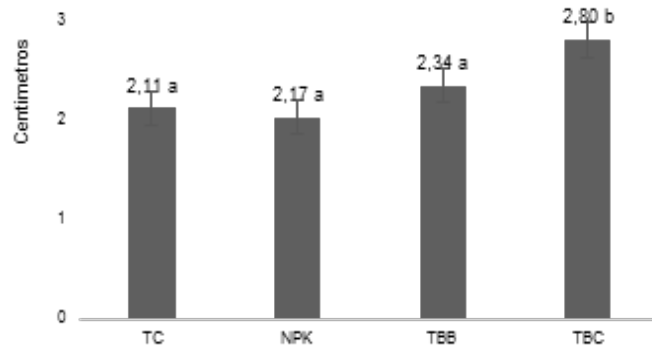


Figura 9. Comparación de parámetros morfológicos por tratamiento de: diámetro del tallo a los 56 días de sembrado.

En las figuras 10, 11, 12 se muestra el resultado de la prueba parámetro de Kruskal-Wallis, por tratamientos de las variables de producción largo, diámetro y peso de mazorca cosechadas a los 85 días de sembrado.

El largo de mazorca sin bráctea fue muy ajustado entre los tratamientos: NPK (14,1 cm) y carbón vegetal de banano (14,35 cm), mientras que el tratamiento control (13,1 cm) y el carbón vegetal cacao (16,45 cm  $\pm$  1,50 cm) fueron el menor y mayor valor respectivamente (figura 10). Los mejores resultados los mostró el tratamiento TBC. Nair & Lawson (2013), registraron mazorcas de maíz entre los 18,3 a 18,4 cm, a los 28 DDS en aplicaciones de carbón de madera dura en dosis de 6,17 a 12,35 t ha<sup>-1</sup>.

El diámetro de mazorca sin bráctea del maíz también presentó valores cercanos entre TC (4,20 cm) y TBB (4,23 cm), valores que aumentaron en los tratamientos NPK (4,37 cm) y TBC (4,75 cm), siendo estos 2 tratamientos los que aportaron los mejores resultados, como se observa en la figura 11. Autores como Nair & Lawson, (2013), no encontraron significancia estadística ( $P < 0,05$ ) entre los diámetros de mazorca, obteniendo promedio de 4,8 cm. Resultados de estudios ejecutados por Orozco (2010), aportan valores de diámetro de mazorca, de 5,03 y 4,90 cm a los 130 DDS con dosis de fertilización de 60 kg ha<sup>-1</sup>,

P2O5, 120 kg ha<sup>-1</sup> K2O, 160 kg ha<sup>-1</sup> N, en el híbrido BRASÍLIA 8501 y TRUENO NB 7443, respectivamente, a más de 2000 m s. n. m. en Alausí, provincia de Chimborazo, Ecuador.

El peso de la mazorca sin bráctea de maíz presentó valores ajustados en TC (0,091 Kg) y TBB, (0,099 Kg), mientras que el tratamiento TBC presentó mayor peso en comparación al tratamiento NPK. Rodríguez (2013), registró valores de peso de mazorca, de 0,2 a 0,36 kg en mazorcas sin bráctea y con bráctea del híbrido TRUENO NB 7443, los cuales se registraron a los 70 DDS en estado de lechoso del grano, con dosis de fertilización de 40 kg P2O5 ha<sup>-1</sup>, 60 kg ha<sup>-1</sup> K2O, 160 kg ha<sup>-1</sup> N (figura 12). La figura 13 nos muestra cómo se mostraron las mazorcas en cada tratamiento, destacándose el tratamiento TBC.

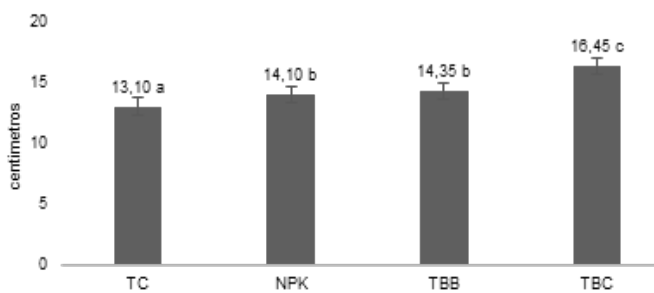


Figura 10. Comparación de parámetros morfológicos por tratamiento de: largo de mazorca

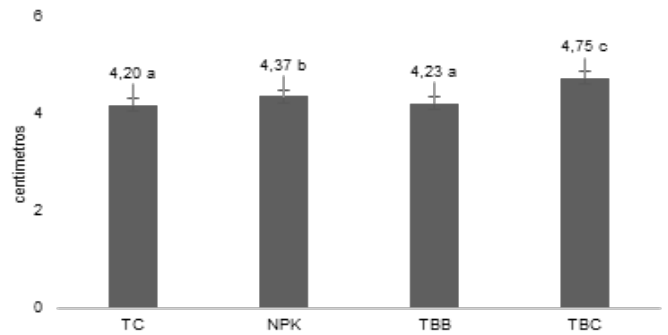


Figura 11. Comparación de parámetros de rendimiento por tratamiento de: diámetro de la mazorca.

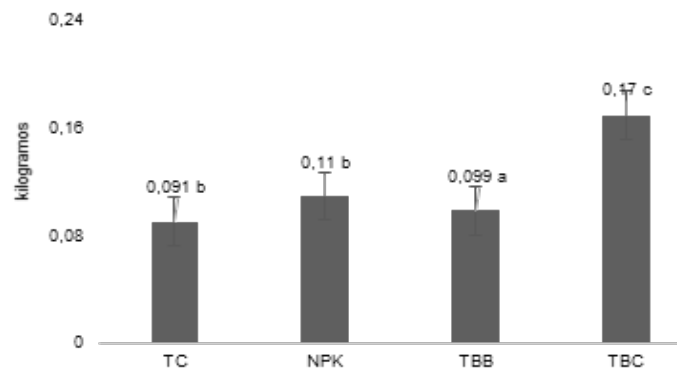


Figura 12. Comparación de parámetros de rendimiento por tratamiento de: peso de la mazorca.



Figura 13. Mazorcas cosechadas en cada tratamiento.

## CONCLUSIONES

Los resultados muestran que los resultados obtenidos en el tratamiento 1, TBC fueron similares a los obtenidos en otras investigaciones. El tratamiento TBC presentó valores de altura y diámetro de los

tallos superiores al tratamiento TBB. El uso de TBC, puede ser considerado una alternativa para la fertilización del maíz, en sustitución del tratamiento NPK que presentó valores superiores a los tratamientos TBB y TC.

El tratamiento TBB presentó valores de longitud de mazorca cercanos al TBC, lo que significa que su uso a futuro podría generar beneficios en determinadas etapas del cultivo. Incluso la obtención de carbón vegetal de banano, lo que resulta mucho más fácil y económica ya que solo requiere de 2 horas de preparación para obtener el carbón.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aini Syed Ahmad, T. S., & Abedin, N. F. (2016). Crecimiento creativo y soluciones innovadoras (Serie 2). Mnnf Publisher.
- Chicaiza, L. A. (2018). Evaluación de varias dosis de caolín y momentos de aplicación en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) y su impacto en la productividad. (Tesis de Grado). Universidad de Guayaquil.
- Concilco Alberto, E., & Moreno Reséndez, A. (2018). Influencia del biocarbón aplicado al suelo sobre atributos de rendimiento y calidad de avena forrajera. *Revista Terra Latinoamericana*, 36(3).
- Iglesias, S., & Alegre, J. (2018). Corn yield (*Zea mays L.*) improves with the use of eucalyptus biochar. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 25–32.
- Nair, A., & Lawson, V. (2013). Effect of biochar on sweet corn production. Iowa State University.
- Orozco López, J. A. (2010). Evaluación bioagronómica de una variedad y cinco híbridos de maíz duro (*Zea mays L.*), en el sector la colombina, cantón Alausí. (Trabajo de Titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Rodríguez, J. (2013). Comportamiento agronómico de cinco híbridos de maíz (*Zea mays L.*) en estado de choclo cultivados a dos distancias de siembra. (Tesis de Grado). Universidad de Guayaquil.