

24

Fecha de presentación: marzo, 2021

Fecha de aceptación: mayo, 2021

Fecha de publicación: agosto, 2021

BIOCHAR: APLICACIONES Y EFECTOS EN COMBINACIÓN CON FERTILIZANTES MINERALES EN 3 VARIETADES DE CAFÉ (COFFEA SP.) EN LA PROVINCIA DE EL ORO

BIOCHAR: APPLICATIONS AND EFFECTS IN COMBINATION WITH MINERAL FERTILIZERS IN 3 VARIETIES OF COFFEE (COFFEA SP.) IN THE PROVINCE OF EL ORO

Bryan Samuel Quiñónez León¹

E-mail: bquinonez_est@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0187-5445>

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)

Quiñónez León, B. S., Quevedo Guerrero, J. N., & García Batista, R. M. (2021). Biochar: aplicaciones y efectos en combinación con fertilizantes minerales en 3 variedades de café (*Coffea sp.*) en la provincia de El Oro. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(2), 187-195.

RESUMEN

En el estudio se realizará la aplicación de biochar y fertilizante completo para evaluar tres variedades comerciales de café que se producen en la provincia de El Oro que son: Sarchimor, Conilón y Lojana. El diseño experimental fue de bloques al azar con 12 tratamientos y cuatro repeticiones cada uno, con dosis de cero, cinco, diez y quince gramos de biochar, mezclados con 20 g de fertilizante completo a excepción del testigo, las variables analizadas fueron: altura de la planta (AP), número de ramas (NR), largo de raíz (LR), perímetro de raíz (AR), largo de las hojas (LH), ancho de las hojas (AH). Los resultados obtenidos indican que las mejores dosis fueron de 5 y 15 g de biochar que lograron excelentes resultados con la variedad Sarchimor, mientras que las variedades Lojana y Conilón obtuvieron menores valores posiblemente afectados por su genética. La variable AP indica que la variedad Sarchimor obtuvo una mayor altura de plantas en los tratamientos asignados, los tratamientos ST3BY15 y ST1BY5 presentan una altura de 75 cm, mientras que las alturas más bajas entre las tres variedades analizadas son todas aquellas a las que no se realizó aplicación de biochar LTBY0, ST0BY0 y CT0BY0. La variable LR es significativa, sus medias indican que los tratamientos ST3BY15 y LT3BY15 presentan mayor elongación radicular con 53 y 43 cm respectivamente, la adición de biochar activó las micorrizas y estas estimularon el desarrollo del sistema radicular con una mejor captación de fósforo que se encuentra asociado con el incremento de la tasa de crecimiento de las raíces. Se concluye que las mejores dosis en todos los tratamientos son 5 y 15 g de biochar para mejores resultados y que la variedad con mejor respuesta a estos tratamientos fue Sarchimor.

Palabras clave:

Producción, rendimiento, fitosanidad, nutrición.

ABSTRACT

In the study, the application of biochar and complete fertilizer will be carried out to evaluate three commercial varieties of coffee that are produced in the province of El Oro, which are: Sarchimor, Conilón and Lojana. The experimental design was randomized blocks with 12 treatments and four repetitions each, with doses of zero, five, ten and fifteen grams of biochar, mixed with 20 g of complete fertilizer except for the control, the variables analyzed were: height of the plant (AP), number of branches (NR), root length (LR), root perimeter (AR), leaf length (LH), leaf width (AH). The results obtained indicate that the best doses were 5 and 15 g of biochar, which achieved excellent results with the Sarchimor variety, while the Lojana and Conilón varieties obtained lower values, possibly affected by their genetics. The variable AP indicates that the Sarchimor variety obtained a greater height of plants in the assigned treatments, the treatments ST3BY15 and ST1BY5 present a height of 75 cm, while the lowest heights among the three varieties analyzed are all those to which the application of biochar LTBY0, ST0BY0 and CT0BY0 was not carried out. The LR variable is significant, its means indicate that the treatments ST3BY15 and LT3BY15 present greater root elongation with 53 and 43 cm respectively, the addition of biochar activated the mycorrhizae and these stimulated the development of the root system with a better uptake of phosphorus found associated with increasing the growth rate of the roots. It is concluded that the best doses in all treatments are 5 and 15 g of biochar for best results and that the variety with the best response to these treatments was Sarchimor.

Keywords:

Production, yield, plant health, nutrition.

INTRODUCCION

El café es originario de Abisinia actualmente conocido como Etiopía ubicado en África, su nombre científico es *Coffea sp.*, existe una gran cantidad de especies, en Ecuador se cultivan *Coffea arábica* y *Coffea canephora* con sus respectivas variedades de acuerdo al piso altitudinal, *Coffea arábica* es una especie que necesita altitud mayor a 600 msnm para potenciar su calidad mientras que *Coffea canephora* se puede cultivar desde el nivel del mar hasta 500 msnm.

En Ecuador la producción cafetalera se da en baja escala, sin embargo, su comercialización y exportación involucra directamente a miles de familias de las cuales el 75% son pequeños productores que aportan al desarrollo económico del sector y generan empleo para 700 000 familias, desde los años 90 el cultivo de café el Ecuador fue a la baja y hasta la actualidad se han abandonado cientos de hectáreas ya que las dificultades en el proceso productivo del café se incrementaron y los caficultores sustituyeron sus cafetales por otros cultivos más rentables.

La disminución de la producción de café se debe a un sinnúmero de eventos como: falta de acceso a créditos, deficiencias en la infraestructura, falta de sistemas de riego, condiciones climáticas adversas, baja productividad, incremento de plagas y enfermedades lo cual obligó a los caficultores a abandonar sus cultivos y buscar otro medio para subsistir.

Se cultiva el café en sistemas agroforestales de modo que se contribuye a la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, el Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones de Ecuador (2013), menciona que en el país existían 199 215 has cultivadas de las cuales el 68% es de *Coffea arábica* y su producción se concentra en Manabí, Loja y en las estribaciones de la Cordillera Occidental de los Andes el 32% restante pertenece a *Coffea canephora* el cual se cultiva mayormente en la Amazonía.

El presente trabajo busca incorporar el uso de biochar en la producción del café, de tal manera que se puedan mejorar las propiedades físico-químicas de los suelos y otorgar resistencia a plagas y enfermedades como se ha logrado con otros cultivos que incorporaron biochar a su manejo cultural como una enmienda que evita pérdida de nutrientes y favorece el incremento de la biomasa y del rendimiento y otorga múltiples beneficios a bajo costo. El objetivo de este trabajo fue evaluar tres dosis de biochar en combinación con un fertilizante químico (Yaramila Complex N-P-K) sobre tres variedades comerciales de café en la provincia de El Oro.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la Granja Experimental “Santa Inés” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias,

perteneciente a la Universidad Técnica de Machala. Ubicada en la Av. Panamericana km. 5 ½ Vía Pasaje en la Provincia de El Oro

Geográficamente, el sitio de estudio se encuentra ubicado entre las siguientes coordenadas: Coordenadas: UTM (Universal Transverse Mercator), Datum: WGS 84, Zona: 17 S, Coordenada Este: 620746 E, Coordenada Norte: 9636196 S, Altitud: 6 msnm

El sitio del ensayo de acuerdo a las zonas de vida natural de Holdridge y el mapa ecológico del Ecuador, tiene condiciones agroclimáticas con 2 a 3 horas de heliofanía diarias, una temperatura 25°C y 500 mm de precipitación anual que corresponde a un bosque muy seco – Tropical (bms-T) (Cañadas, 1983).

Para la realización de esta investigación se utilizaron 48 plantas de café de 3 variedades las cuales son Conilón (16 plantas), Sarchimor (16 plantas) y Lojana (16 plantas), donadas por el Municipio de Zaruma del semillero de Café.

Diseño del experimento, El área del estudio fue de 286 m² donde se establecieron 3 variedades de café, asignando 3 tratamientos y un tratamiento control, cada uno conformado por 4 unidades experimentales. Para las 3 variedades se utilizó las mismas dosis por tratamiento que consisten en: (T1: 5 g de biochar + 20 g de Yaramila complex, T2: 10 g de biochar + 20 g de Yaramila complex, T3: 15 g de biochar + 20 g de Yaramila complex) a diferencia del tratamiento control T0 que no se le realizó ninguna aplicación.

Variables evaluadas, Los parámetros evaluados dentro del proceso de esta investigación fueron altura de planta, área foliar, ancho y largo de raíz, número de ramas.

Metodologías utilizadas en el estudio.

Metodología para la siembra, fueron sembradas el 12 de mayo del 2019 en campo, con una distancia entre planta de 2 m, y el hoyado para la siembra fue de 20x20x20 cm, realizando la primera aplicación de los tratamientos al momento de la siembra.

Metodología para el control de arvenses, Se lo realizó de forma manual con machete cada 2 semanas.

Metodología para aplicación de riego, Se estableció un programa de riego de acuerdo a las necesidades hídricas del cultivo el cual fue de 2 riegos por semana de 2 horas cada turno.

Metodología para la aplicación de tratamientos, por medio de aplicación edáfica de acuerdo a los tratamientos asignados. T3: 15 g de biochar + 20 g de Yaramila complex, T2: 10 g de biochar + 20 g de Yaramila complex, T1: 5 g de biochar + 20 g de Yaramila complex, T0: 0 g de biochar + 0 g de Yaramila complex

Metodología para determinar la altura de la planta, Para la medición de esta variable se utilizó una cinta métrica y el dato fue expresado en (cm), realizando la medición desde la superficie del suelo hasta el ápice del tallo principal. Datos que fueron tomados cada 7 días.

Metodología para determinar el área foliar, Para el cálculo del área foliar se tomaron los siguientes descriptores de 3 hojas por planta de cada tratamiento; largo de hoja (cm), ancho de hoja (cm), longitud desde la base hasta el punto más ancho de la hoja (LBA cm), relación largo ancho de la hoja (RL/AH cm), forma de la hoja, forma de la base y forma del ápice.

Metodología para determinar el largo y ancho de raíces, Para determinar esta variable procedimos a retirar la planta cuidadosamente, excavando al redor de la planta 40 cm de ancho por 40 cm de largo y 60 cm de profundidad, para luego colocarla en un recipiente limpio, lavarlas y secarlas. Con ayuda de una cinta métrica se tomó el largo y ancho de las raíces (cm).

Metodología para el conteo de número de ramas, Se realizó un conteo de número de ramas a todas las plantas que se utilizaron para el estudio (48 plantas).

RESULTADOS Y DISCUSIION

Para verificar cual dosis es la óptima en las tres variedades utilizadas realizamos un ANOVA para determinar si existió significancia entre los tratamientos, cuyos resultados se evidencia en la tabla 1, se verifica que existe significancia en las variables AP, LR, AR, AH, RLAH y FH, mientras que las variables NR, LH Y LBH no mostraron diferencia significativa, porque su valor es mayor a 0.05 según el análisis estadístico.

Tabla 1. ANOVA para determinar la significancia entre variables.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
AP	Entre grupos	9642.167	11	876.561	3.914	.000
	Dentro de grupos	8062.250	36	223.951		
	Total	17704.417	47			
LR	Entre grupos	3380.554	11	307.320	30.078	.000
	Dentro de grupos	367.833	36	10.218		
	Total	3748.358	47			
AR	Entre grupos	5838.029	11	530.730	9.727	.000
	Dentro de grupos	1964.271	36	54.563		
	Total	7802.300	47			
NR	Entre grupos	597.563	11	54.324	2.042	.000
	Dentro de grupos	957.750	36	26.604		
	Total	1555.313	47			
LH	Entre grupos	12.046	11	1.095	.716	.053
	Dentro de grupos	55.071	36	1.530		
	Total	67.118	47			
AH	Entre grupos	7.136	11	.649	2.755	.716
	Dentro de grupos	8.478	36	.235		
	Total	15.613	47			
LBAH	Entre grupos	4.941	11	.449	1.142	.011
	Dentro de grupos	14.162	36	.393		
	Total	19.103	47			
RLAH	Entre grupos	1.893	11	.172	2.819	.009
	Dentro de grupos	2.197	36	.061		
	Total	4.090	47			
FH	Entre grupos	.309	11	.028	2.353	.026
	Dentro de grupos	.430	36	.012		
	Total	.739	47			

Variable altura de la planta (AP), la tabla 2 para la variable AP con la prueba de Tukey muestra la formación de dos grupos donde resalta que el ST3BY15 y ST3BY5 presentan mayor altura con 76 cm mientras que el CT0BY0 y LT0BY0 presentan las menores alturas de planta con 34,62 y 35,75 cm respectivamente.

Tabla 2. Prueba de Tukey para la altura de planta.

		AP		
			Subconjunto	para alfa=0.05
TRATAMIENTOS		N	1	2
HSD Tukey	CT0BY0	4	34.6250	
	LT0BY0	4	35.7550	
	CT3BY15	4	39.8750	39.8750
	CT2BY10	4	41.7500	41.7500
	CT1BY5	4	42.3750	42.3750
	LT1BY10	4	42.8750	42.8750
	LT3BY5	4	48.7500	48.7500
	ST0BY0	4	52.3750	52.3750
	ST2BY10	4	67.8750	67.8750
	ST3BY15	4		76.0000
	ST1BY5	4		76.3750
	Sig.		.111	.055

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica= 4.00

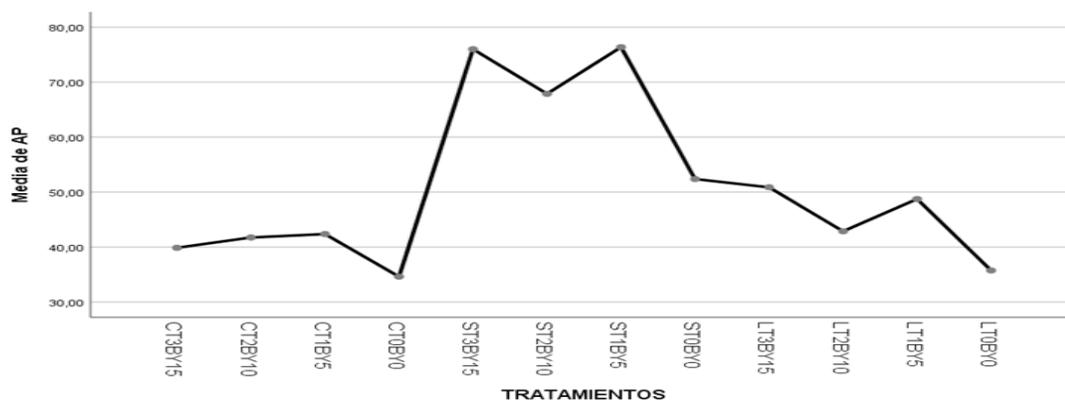


Figura 1. Media para la variable altura de la planta.

La variable AP indica que la variedad Sarchimor obtuvo una mayor altura de plantas en los tratamientos asignados, los tratamientos ST3BY15 y ST1BY5 presentan una altura de 75 cm, mientras que las alturas más bajas entre las tres variedades analizadas son todas aquellas a las que no se realizó aplicación de biochar LTBY0, ST0BY0 y CT0BY0.

Entre las variedades Sarchimor y Lojana hay una relación en función de la cantidad de biochar aplicado, las dosis de 5 y 15 g presentan mayor altura que aquellas en las que se colocó 10 g de biochar.

Se observa mayor sinergia con dosis de 5 y 15 g de biochar con el fertilizante, el biochar tiene el beneficio de incrementar la biomasa de los cultivos, dando la posibilidad de tener mayor altura en las plantas bajo

tratamiento, además pone a disponibilidad de la planta los nutrientes y evita su pérdida (Glaser, et al., 2002; Lehman, et al., 2003).

Variable larga de raíz (LR), la prueba de Tukey para el largo de raíz (tabla 3) presenta la formación de 5 grupos entre los que se destaca el CT2BY10 con la raíz más pequeña con 23,66 cm y el ST3BY15 con 54 cm de largo radicular, existiendo gran variabilidad entre tratamientos.

Tabla 3. Prueba de Tukey para el largo de raíz.

			LR				
				Subconjuntos	Para alfa	=0.05	
	TRATAMIENTOS	N	1	2	3	4	5
HSD Tukey	CT2BY10	4	23.6675				
	LT0BY0	4	25.0000				
	CT3BY15	4	26.0000				
	CT1BY5	4	28.3325	28.3325			
	ST1BY5	4	29.0000	29.0000			
	ST0BY0	4	30.0000	30.0000			
	CT0BY0	4	31.0000	31.0000			
	ST2BY10	4		34.0000	34.0000		
	LT2BY10	4		35.0000	35.0000		
	LT1BY5	4			40.0000	40.0000	
	LT3BY15	4				43.0000	
	ST3BY15	4					54.0000
	Sig.		.089	.166	.289	.970	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica=4000.

La figura 2, comportamiento de la variable largo de raíz es significativa según previa ANOVA, observamos su medias donde se indica que los tratamientos ST3BY15 y LT3BY15 presentan mayor elongación radicular con 53 y 43 cm respectivamente, las variedades Sarchimor y Lojana presentan una respuesta positiva al desarrollo radicular con la mezcla de biochar y fertilizante mientras que la variedad Conilón no obtiene gran variación entre los tratamientos y el testigo siendo una respuesta decreciente a la aplicación de biochar y fertilizante.

Arcila (2007), indica que las plantas de Coffea arabica de entre 6 a 9 años presentan una raíz pivotante muy fuerte que no va más allá de 45 cm de profundidad, bajo estos estándares se atribuye el incremento del desarrollo radicular a la adición de biochar que activó las micorrizas y estas a su vez estimularon el desarrollo del sistema radicular con una mejor captación de nutrientes en especial el fósforo que se encuentra asociado con el incremento de la tasa de crecimiento de las raíces (Engormix, 2006; Camargo, et al., 2012).

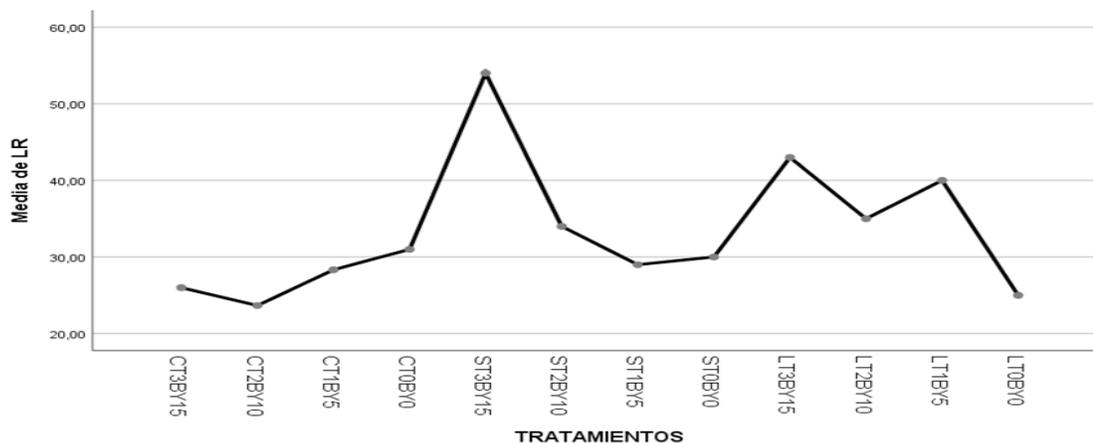


Figura 2. Media para la variable largo de la raíz.

Perímetro de raíz, la tabla 4 para el perímetro que abarca la raíz extendida, muestra que esta variable es muy significativa entre los tratamientos, con la prueba de Tukey forma 5 grupos, el tratamiento CT3BY15 tiene un perímetro radicular de 31,62 cm siendo el más pequeño mientras que el LT1BY5 presenta el mayor desarrollo a nivel radicular con una extensión de 71 cm, considerando los resultados anteriores LT1BY5 no tiene la mayor altura, ni el mayor largo de raíz, se considera que el perímetro que abarca la raíz es independiente del largo de la raíz, siendo una característica propia la genética del café porque este comportamiento se observa en todos los tratamientos evaluados.

Tabla 4. Prueba de Tukey para la variable perímetro de raíz.

			AR				
				Subconjuntos	Para alfa	=0.05	
	TRATAMIENTOS	N	1	2	3	4	5
HSD Tukey	CT3BY15	4	31.6250				
	CT1BY5	4	40.6675	40.6675			
	ST3BY15	4	41.0000	41.0000			
	ST0BY0	4	42.0000	42.0000	42.0000		
	ST1BY5	4		50.0000	50.0000	50.0000	
	LT0BY0	4		51.0000	51.0000	51.0000	
	CT2BY10	4		53.6675	53.6675	53.6675	53.6675
	LT2BY10	4		53.7500	53.7500	53.7500	53.7500
	CT0BY0	4			60.0000	60.0000	60.0000
	ST2BY10	4			60.0000	60.0000	60.0000
	LT3BY15	4				66.0000	66.0000
	LTBY5	4					71.0000
	Sig.		.699	.369	.056	.132	.075

Se visualizan las medidas para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica= 4.000

La figura 3, comportamiento de la variable perímetro de la raíz demuestra que todos los tratamientos presentan diferente comportamiento en su desarrollo radicular, al ser comparados con el largo de raíz el perímetro que alcanza la raíz es mayor que su largo, se atribuye esta característica a la genética del café que hace que la raíz se exprese de esta manera, las raíces laterales penetran hasta dos o tres metros de profundidad a diferencia de la raíz principal que alcanza un poco más de 45 cm (Arcila, 2007).

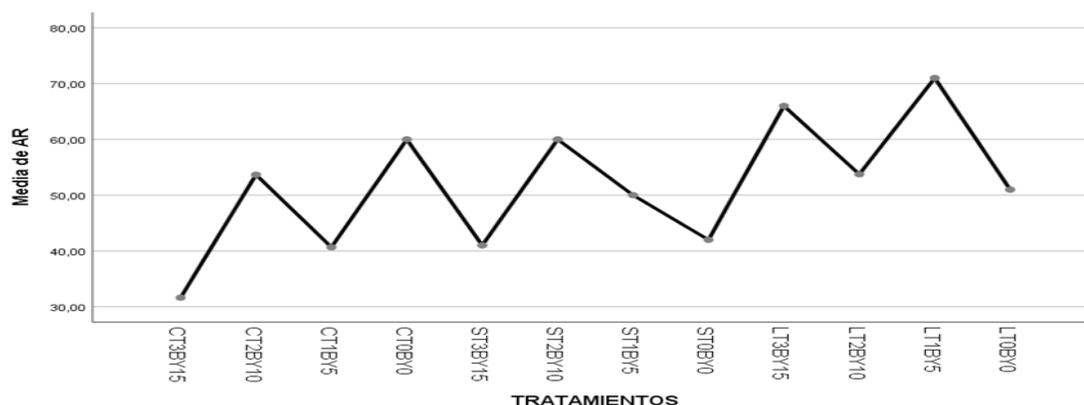


Figura 3. Media para la variable perímetro de la raíz.

Variable número de ramas, en la tabla 5, se observa que el número de ramas es mayor en aquellos tratamientos donde se utilizó la variedad Sarchimor presentando un incremento de acuerdo a la cantidad de biochar adicionada, el testigo ST0BY0 presenta 11.75 ramas mientras que ST2BY10 tiene 14, ST1BY5 tiene 15 ramas y el ST3BY15 presenta 16 ramas, los demás tratamientos presentan una menor cantidad de ramas, considerando que Sarchimor tiene una altura más elevada presentará mayor cantidad de ramas laterales en comparación a las demás variedades que son más pequeñas.

Tabla 5. Prueba de Tukey para la variable número de ramas.

	NR		
			Subconjunto para alfa= 0.05
	TRATAMIENTOS	N	1
HSD Tukey	LT0BY0	4	4.7500
	LT2BY10	4	5.7500
	CT2BY10	4	6.5000
	LT1BY5	4	7.5000
	CT3BY15	4	8.0000
	CT1BY5	4	8.7500
	LT3BY15	4	9.7500
	CT0BY0	4	10.0000
	ST0BY0	4	11.7500
	ST2BY10	4	14.0000
	ST1BY5	4	15.0000
	ST3BY15	4	16.0000
	Sig.		.126

Se visualizan las medidas para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica= 4000

La figura 4 muestra el desarrollo de la curva para los tratamientos en la variedad Sarchimor mientras que para las variedades Lojana y Conilón el número de ramas es visiblemente menor especialmente para la variedad lojana que no ha logrado un gran desarrollo en altura y por lo que no presenta muchas ramas.

La cantidad de ramas existentes en la planta depende totalmente de su altura, la variedad Sarchimor presenta una mayor altura en todos los tratamientos lo cual la hace tener un incremento de ramas, es probable que el biochar logre que la variedad Sarchimor exprese todo su potencial genético al momento de desarrollarse y que su producción de biomasa se vea estimulada (Schmidt & Wilson, 2012).

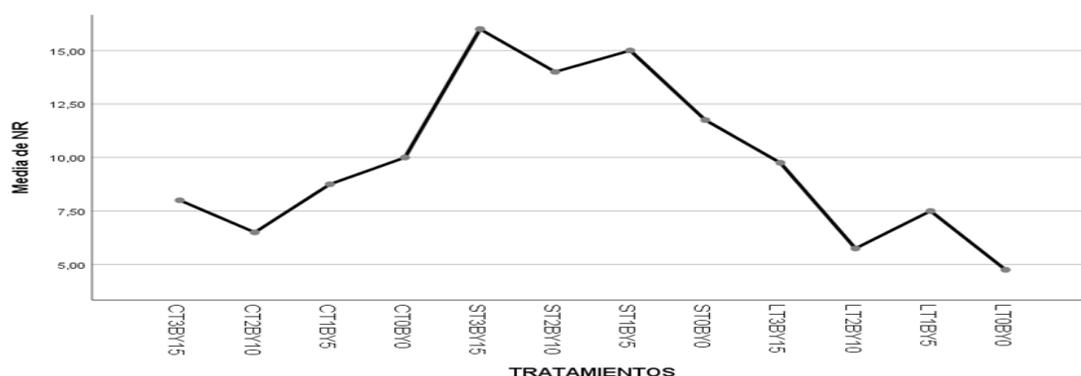


Figura 4. Media para el número de ramas en las plantas de café.

Variable largo de la hoja (LH), según tabla 6 y el ANOVA previo, el largo de la hoja no es significativo ya que sus valores oscilan entre 10.6 a 12.6. El largo de la hoja es independiente de la altura y de la cantidad de ramas existentes, pero es dependiente de la variedad a la que representa.

Tabla 6. Prueba de Tukey para la variable largo de la hoja.

	LH		
			Subconjunto para alfa= 0.05
	TRATAMIENTOS	N	1
HSD Tukey	LT3BY15	4	10.6250
	LT2BY10	4	10.9750

	ST1BY5	4	11.4750
	LT0BY0	4	11.5500
	CT1BY5	4	11.6750
	CT3BY15	4	11.6900
	ST2BY10	4	11.7750
	LT1BY5	4	11.8750
	CT0BY0	4	11.9000
	CT2BY10	4	12.0000
	ST0BY0	4	12.0750
	ST3BY15	4	12.6750
	Sig.		.466

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4000

La figura 5 hace evidente que el largo de la hoja depende de la variedad a la que representa y luego su mayor o menor expresión puede ser fomentada por el biochar. Para la variedad Conilon el largo de la hoja es mayor en CT2BY10 mientras que los otros tratamientos son muy parecidos, la variedad Sarchimor en el tratamiento ST3BY15 presenta el mayor largo y la variedad Lojana en LT1BY5.

Variable ancha de hoja (AH), el ancho de la hoja (tabla 7) no presento variación significativa entre tratamientos bajo análisis de Tukey, los valores para esta variable están entre 4.67 cm y 5.82 cm, los tamaños de ancho y largo de hoja se corresponden entre sí. El mayor ancho de las hojas se presenta en el tratamiento de la variedad Sarchimor la cual ha reaccionado favorablemente a la aplicación de biochar teniendo los valores más altos de ancho de hojas con respecto a las variedades Lojana y Conilón.

Se debe destacar que el biochar al potenciar la acción del fertilizante ha logrado otorgar incrementos de biomasa que se traducen en mayor altura, mayor largo y ancho de hojas, al ser la lámina foliar más grande el proceso fotosintético se verá beneficiado (Rondon, 2007; y Kimetu, et al., 2008).

Tabla 7. Prueba de Tukey para la variable ancho de la hoja.

	AH		
			Subconjunto para alfa= 0.05
	TRATAMIENTOS	N	1
HSD Tukey	CT3BY15	4	4.6750
	CT1BY5	4	4.6750
	CT0BY0	4	4.7750
	LT3BY15	4	4.8250
	LT0BY0	4	4.8750
	CT3BY10	4	4.9250
	LT2BY10	4	4.9500
	ST1BY5	4	5.0250
	LT1BY5	4	5.2500
	ST2BY10	4	5.3500
	ST3BY15	4	5.8250
	ST0BY0	4	5.8250
	Sig.		.069

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica=4.000

En la figura 6 se observa en los tratamientos ST0BY0 y ST3BY15 el mayor ancho de hoja, en la variedad Sarchimor mientras que los valores más bajos lo mostro la variedad Conilon con los tratamientos CT1BY5 y

CT3BY15. La variedad Sarchimor reaccionó favorablemente a la aplicación de la mezcla de fertilizante y biochar dando mejores resultados.

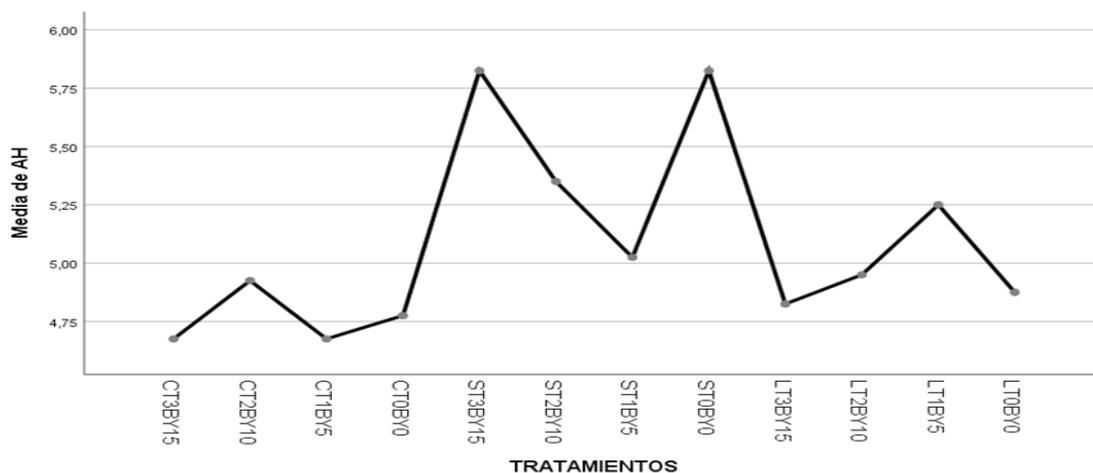


Figura 6. Media del ancho de la hoja.

CONCLUSIONES

El comportamiento de las variedades estudiadas fue el siguiente; La variedad Sarchimor fue la que mejor respondió en cuanto a altura de planta y largo de raíz, los mejores resultados se obtuvieron con dosis de 5 y 15 g de biochar con fertilizante, la variedad Lojana tuvo buena respuesta a la adición de 5 y 15 g de biochar con fertilizante para las variables largo de raíz y altura de planta y la variedad Conilon respondió favorablemente para la adición de 5 y 15 g de biochar con fertilizante a las variables analizadas, pero con valores más bajos que las variedades Sarchimor y Lojana.

La adición de biochar y fertilizante incrementó la biomasa en las variedades en estudio y mejoró la fitosidad radicular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arcila Pulgarín, J. (2007). Crecimiento y desarrollo de la planta de café. Sistemas de producción de café en Colombia. Cenicafe. <https://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo2.pdf>

Camargo Ricalde, S. L., Montaña, N. M., De la Rosa-Mera, C. J., & Montaña Aria, S. A. (2012). Micorrizas: Una gran unión debajo del suelo. Revista Digital Universitaria, 13(7).

Cañadas Cruz, L. (1983). El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. Ministerio de Agricultura.

Ecuador. Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones. (2013). Guía comercial del café en Ecuador. PROECUADOR. https://issuu.com/pro-ecuador/docs/guia_comercial_2013_low

Engormix. (2006). Por qué el fósforo es importante para el desarrollo de las raíces. <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/fosforo-raices-t26645.htm>

Glaser, B., Lehmann, J., & Zech, W. (2002). Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal—a review. 75 Biology and fertility of soils, 35(4), 219-230.

Kimetu, J. M., Lehmann, J., Ngoze, S. O., Mugendi, D. N., Kinyangi, J. M., Riha, S. & Pell, A. N. (2008). Reversibility of soil productivity decline with organic matter of differing quality along a degradation gradient. Ecosystems, 11(5), 726.

Rondon, M. A., Lehmann, J., Ramírez, J., & Hurtado, M. (2007). Biological nitrogen fixation by common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) increases with bio-char additions. Biol Fertil Soils, 43, 699-708.

Schmidt, H. P., & Wilson, K. (2014). 55 uses of biochar. The Biochar Journal, 1, 286-288.