

Crecimiento y desarrollo de variedades de café (*coffea robusta* p.) en el subtrópico ecuatoriano

Darío Fernando Herrera Jácome

darioferherrera@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2569-796X>

Maestría en Agronomía, Mención Producción Agrícola Sostenible,
Unidad de Posgrado de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Av. Quito km 1 ½ vía a Santo Domingo de los Tsáchilas
Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia
Dirección parroquia San Cristóbal km 3,5
vía Valencia sector El Pital

Luis Tarquino Llerena Ramos

llerenaramos@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-8927-7417>

Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Av. Quito km 1 ½ vía a Santo Domingo de los Tsáchilas
Los Ríos, Ecuador

Ricardo Augusto Luna Murillo

ricardo.luna@utc.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9078-9302>

Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná
Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
Ave. Los Almendros y Pujilí

Willian Paul Chilan Villafuerte

willianchilan@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-3262-3555>

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López,
Calceta 10 de agosto #82 y Granda Centeno
Carrera de Ingeniería Agrícola

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el crecimiento y desarrollo de tres genotipos de café con la aplicación de abono orgánico en condiciones subtropicales se realizó un ensayo en el centro experimental Sacha wiwa utilizando un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial A (genotipos) x B (dosis de abono orgánico Bioabor®). Las variables bajo estudio fueron: altura de planta, diámetro del tallo, circunferencia foliar y número de ramas a los 30, 45 y 60 días. Para la comparación entre medias se empleó el test Tukey al

95% de probabilidad. No se encontró diferencia significativa con las diferentes dosis de abono en ninguna de las variables de crecimiento. En lo que corresponde el efecto simple de genotipos se evidenció que a los 60 días el cultivar COF-6 produjo el mayor número de ramas, mientras que la variedad COF-2 se destacó en obtener la mejor circunferencia foliar a los 30, 45 y 60 días. Al aplicar el abono orgánico Bioabor® a 1000, 1500 y 2000 kg/ha en las variedades de café COF-01, COF-02 y COF-06 no se observaron efectos en las variables altura de planta, diámetro del tallo, circunferencia foliar y número de ramas.

Palabras clave: crecimiento vegetal, bioinsumos, ecotipos, subtrópico.

Growth and development of coffee varieties (*coffea robusta* p.) in the Ecuadorian subtropics

ABSTRACT

With the objective of evaluating the growth and development of three coffee genotypes with the application of organic fertilizer in subtropical conditions. A trial was carried out at the Sacha Wiwa experimental center in a block design with factorial arrangement A (genotypes) x B (dose of Bioabor® organic fertilizer). The variables under study were: plant height, stem diameter, leaf circumference and number of branches at 30, 45 and 60 days. For the comparison between means, the Tukey test was used at 95% probability. No significant difference was found with the different fertilizer doses in any of the growth variables. In what corresponds to the simple effect of genotypes, it was evidenced that at 60 days the cultivar COF-6 produced the highest number of branches, while the variety COF-2 stood out in obtaining the best leaf circumference at 30, 45 and 60 days. The application of Bioabor® organic fertilizer at 1000, 1500 and 2000 kg / ha in the coffee varieties COF-01, COF-02 and COF-06 does not produce any effect on the variables plant height, stem diameter, foliar circumference and number of branches.

Keywords: plant growth, bio-inputs, ecotypes, subtropics.

Artículo recibido: 15 noviembre. 2021

Aceptado para publicación: 10 diciembre 2021

Correspondencia: darioferherrera@hotmail.com

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

INTRODUCCIÓN

En Ecuador 23 de las 24 provincias se encuentran involucradas en la cadena cafetalera, debido a aquello es considerado un cultivo de importancia económica y social (Valverde-Lucio *et al.*, 2020). En este sentido, Ponce *et al.* (2018) manifestaron que en el 2016 este país exportó 55.320 t de granos de café aproximadamente, dejando un monto de \$ 146.047.532 FOB en divisas, cuya producción se concentra en pequeños y medianos productores, además este cultivo genera alta demanda de mano obrera de lo cual se benefician miles de familias campesinas.

Por otra parte, Chiappe (2020) sostiene que para aumentar el rendimiento de los cultivos se emplean agroquímicos, donde el uso irracional de estas tecnologías ha ocasionado efectos negativos sobre los ecosistemas, efectos considerados como difícilmente reversibles como la infertilidad de los suelos y contaminación del agua. Debido a ello, para reducir esta problemática se ha propuesto mejorar las características de los cultivos con tecnologías que contengan un mínimo impacto negativo en los recursos naturales.

Los abonos orgánicos pertenecen a un tipo de tecnología amigable con el medio ambiente, especialmente con el recurso suelo debido a que mejora sus propiedades físicas y químicas, además estas sustancias son de fácil acceso económico para los agricultores, lo cual se garantiza esta tecnología como una alternativa viable para mejorar la producción de los cultivos de forma sostenible (Ramos *et al.*, 2014).

Sin embargo, poco se sabe de la influencia que tiene la aplicación de abonos orgánicos en el cultivo de café, lo cual ha impulsado a técnicos e investigadores en estudiar el efecto que tiene este tipo de abonos en diferentes variedades y condiciones climáticas. Por lo anterior, el presente estudio se enfocó en evaluar el crecimiento y desarrollo de tres genotipos de café, bajo la aplicación de abono orgánico, en el subtrópico ecuatoriano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El estudio se realizó en la parroquia Guasaganda del cantón La Maná, provincia de Cotopaxi, Ecuador, específicamente en el campo experimental Sacha wiwa, situado en la latitud 0°48'00.0"S, longitud 79°10'01.2"W, a una altura de 500 msnm. La localidad presenta precipitaciones de 2854 mm anuales, temperatura media mensual de 18 °C y humedad relativa de 88 %.

Material vegetal

Los clones estudiados fueron COF-01, COF-02 y COF-06, pertenecientes a la colección del Concejo Cafetalero Nacional (COFENAC), con edad de 18 meses, plantados a una distancia 3x3m entre planta e hilera.

Desarrollo experimental y variables evaluadas

Las dosis de abono aplicadas a las cinco réplicas, según el tratamiento, fueron 1000, 1500 y 2000 kg de Bioabor®/ha. El control de plantas no deseadas se lo realizó de forma manual.

Las parcelas se manejaron sin riego por las condiciones de la zona experimental

Las variables altura de planta, diámetro del tallo, circunferencia foliar y número de ramas fueron evaluadas a los 30, 45 y 60 días: La altura de planta fue medida desde la base hasta el ápice de la planta. El diámetro del tallo fue registrado a cinco centímetros sobre el nivel de suelo. El número de ramas se lo determinó a través del conteo directo en cada planta.

Diseño experimental y análisis estadístico

El ensayo correspondió a un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial, A (genotipos) x B (dosis de abono), con 12 tratamientos y 5 réplicas. Para determinar la diferencia entre medias se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5 % de probabilidad. Los datos fueron tabulados en Excel y procesados estadísticamente en Infostat.

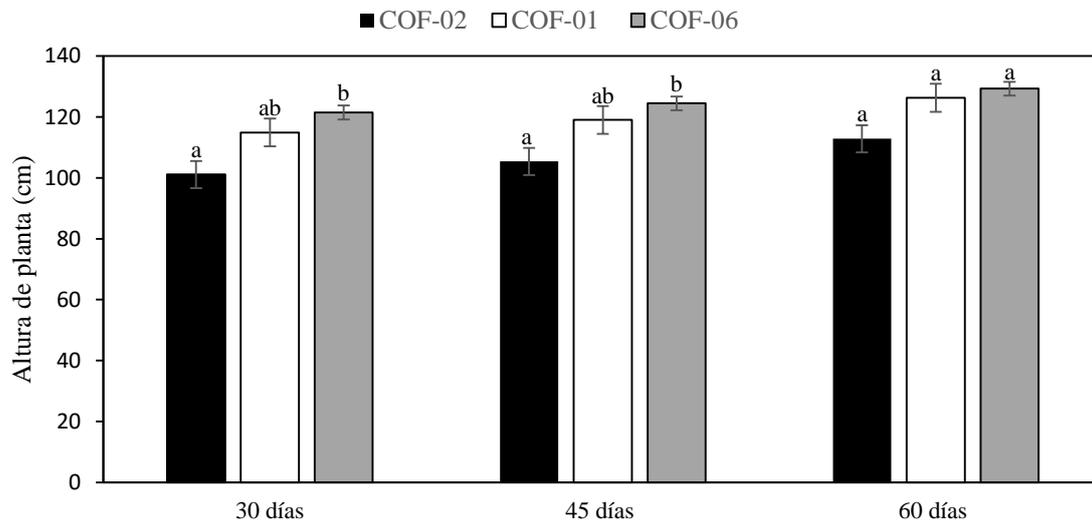
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestra el efecto simple de los genotipos de café sobre la variable altura de planta en los diferentes tiempos de evaluación. Se observa que el genotipo COF-6 se destacó en obtener la mayor longitud del tallo a los 30 y 45 días con 121,50 y 124,50 cm, respectivamente. Esto se lo traduce a que el cultivar anteriormente mencionado se encuentre mejor adaptado a las condiciones climáticas de la localidad en donde se llevó a cabo el presente trabajo. Lo que concuerda con lo referido por Armijos *et al.* (2021) quienes manifiestan que los genotipos de café pueden llegar a tener un crecimiento acelerado o nulo según en el ambiente en el que crezcan debido a que la temperatura es uno de los factores que más influye en el desarrollo de los cafetales. En este sentido, Zhang y Folta, (2012) manifiestan que las plantas responden al fotoperiodo por medio de la membrana tilacoidal de los cloroplastos donde se localiza la clorofila a y b, las cuales son estimuladas por los fotones de luz para el transporte de electrones, sin embargo, sus catalizadores, fitocromos y criptocromos, se activan con longitudes de onda de luz

específicas induciendo una transición precisa en su desarrollo y crecimiento con respecto a los factores climáticos.

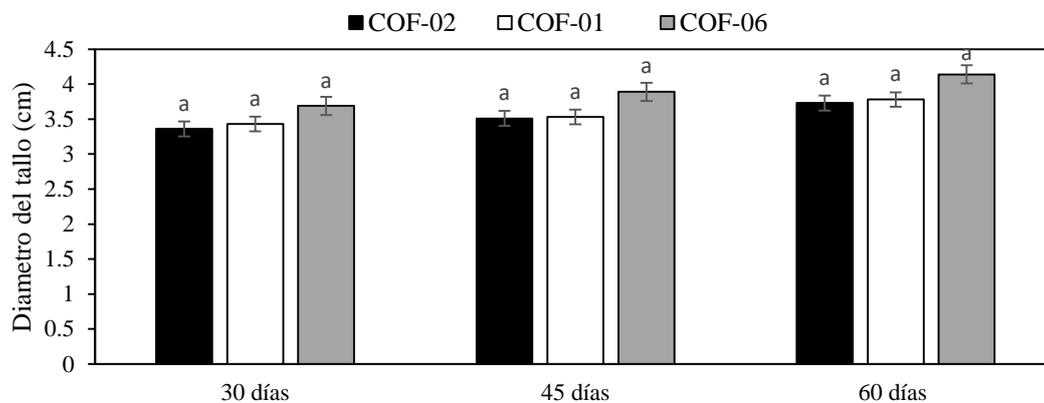
Figura 1.

Efecto simple de los genotipos sobre la variable altura de planta en los distintos tiempos de evaluación. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



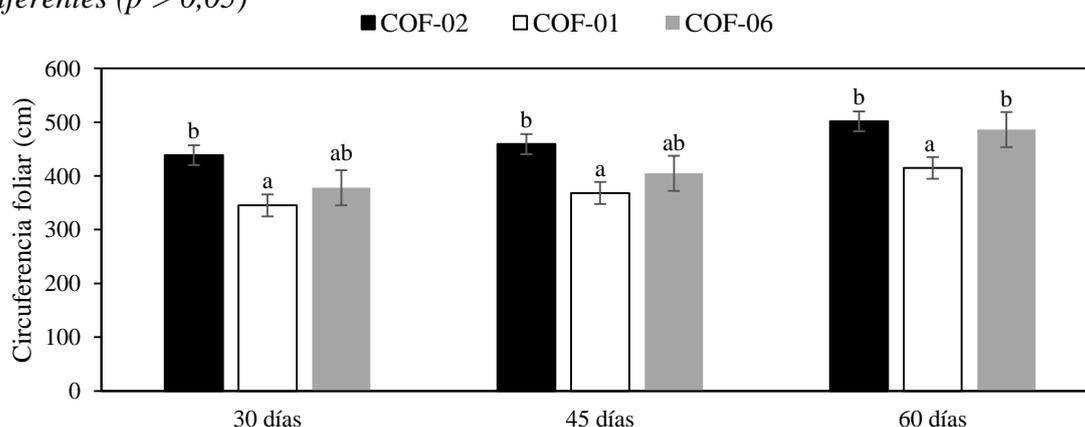
En la figura 2 se muestra el efecto simple de genotipos de café en el diámetro del tallo donde se puede observar que no se encontraron diferencias estadísticas entre los cultivares ni en los días de evaluación. Esto se lo traduce que a través que transcurre el tiempo los genotipos de café COF-02, COF-01 y COF-06 presenta el mismo cambium vascular (López-García *et al.*, 2016). Mientras que Quintana-Escobar *et al.* (2017) reportaron un resultado similar, sin diferencias estadísticas, en el diámetro del tallo cuando los genotipos de café INIFAP P8, INIFAP P4 e INIFAP P5 se evaluaron en un suelo con capacidad de campo. Por otra parte, Zapata y Jiménez (2016) al evaluar dos variedades de café en diferentes localidades del municipio de Caluma, Bolívar, Ecuador, evidenciaron que el diámetro de los tallos de las variedades Sarchimor y Catucaí presentaron un comportamiento similar en la zona del Triunfo, Pita y Estero del Pescado. De acuerdo a lo anterior se puede indicar que todos los cultivares evaluados en las condiciones edafoclimáticas donde se llevó a cabo este trabajo, presenta la misma velocidad en la proliferación de células iniciales fusiformes, las cuales son las encargadas del engrosamiento de los tejidos vasculares de las plantas (David-Higueta y Álvarez-Dávila, 2018)

Figura 2. Efecto simple de los genotipos sobre la variable diámetro del tallo en los distintos tiempos de evaluación. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



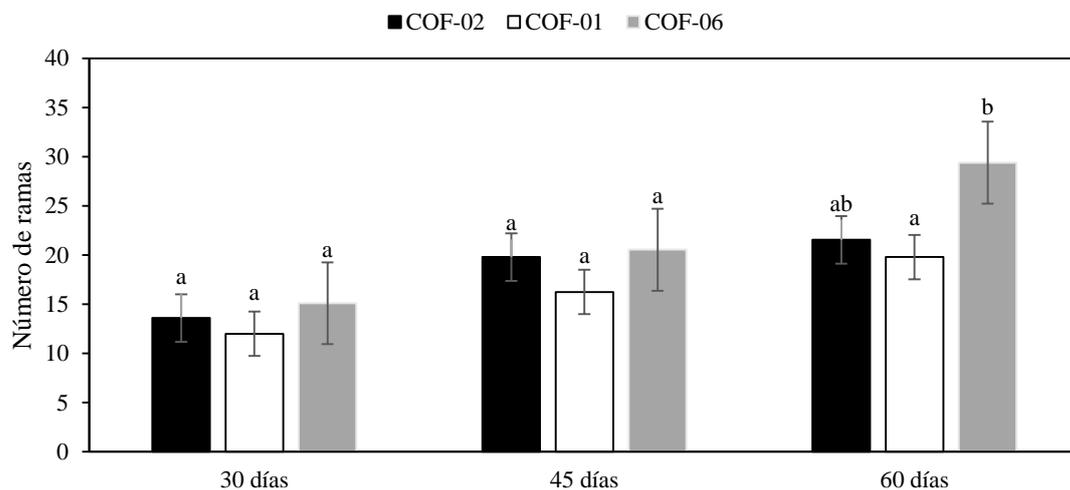
En la figura 3 se presenta la variable circunferencia foliar, se encontró que el genotipo COF-02 registró los mayores promedios a los 30, 45 y 60 días con 438,55, 459,15 y 501,7 cm, respectivamente. Esto se deduce que el genotipo mencionado detiene su crecimiento longitudinal, para promover la proliferación de hojas así incrementando su circunferencia foliar (Montoya *et al.*, 2013). Fenómeno que concuerda con lo referido por Montoya *et al.* (2017) quienes sostienen que el número de hojas en las ramas indica hasta aproximadamente el 82 % del área foliar y el otro 12 % la longitud de las ramas. Estos resultados coinciden con lo manifestado por Alcántara *et al.* (2019), quienes refieren que la diferenciación celular de las plantas está relacionada por la carga genética de cada vegetal, debido a que los genes poseen la información para inducir el proceso de mitosis que da como resultado la constitución y desarrollo de nuevos órganos, fenómeno que están influenciado por factores climáticos, dado a que estos son generadores de la señal interna para las expresiones de los genes.

Figura 3. Efecto simple de los genotipos sobre la variable circunferencia foliar en los distintos tiempos de evaluación. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



En la figura 4 se presenta el efecto simple de genotipos de café en el número de ramas. Se evidencia que el genotipo C0F-06 presentó el mayor promedio de ramas con 29,40 entre los genotipos evaluados. Estos resultados superiores a los encontrados por Plaza *et al.* (2015) quienes al evaluar 16 accesiones de café robusta encontraron un promedio de ramas de 17,00. Sin embargo, similares a los reportados por Zapata y Jiménez (2016) quienes reportaron promedios que fluctúan de 19 a 28 en las variedades Sarchimor y Catucaí. Estos autores también manifiestan que este fenómeno se encuentra influenciado por el manejo agronómico que se le realiza a las plantaciones, condiciones climáticas y edad del cultivo.

Figura 4. Efecto simple de los genotipos sobre la variable número de ramas en los distintos tiempos de evaluación. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



En la tabla 1 se muestra el efecto simple de la dosis de abono en las variables de crecimiento, se evidencia que la aplicación del fertilizante orgánico en diferentes dosis posee un efecto nulo en la altura de planta, diámetro del tallo, circunferencia foliar y número de ramas. Sin embargo, se ha considerado que los abonos orgánicos contienen ácidos húmicos y fúlvicos donde se encuentran sustancias biológicamente activas como las fitohormonas, las cuales promueven el crecimiento de las plantas (López-Salazar *et al.*, 2014), efecto positivo que no se evidenció en el presente trabajo. En este sentido, también se ha reportado en plantas de café que los abonos orgánicos poseen efectos nocivos en las variables de crecimiento, debido a que contienen concentraciones elevadas de conductividad eléctrica y metales trazas, lo cual provoca estrés oxidativo a las plantas

e inhibe la absorción de agua, esto último provoca una reducción significativa de la actividad fotosintética (Jiménez *et al.*, 2016)

Tabla 1. Efecto simple de dosis de abono en las variables de crecimiento en los diferentes tiempos de evaluación

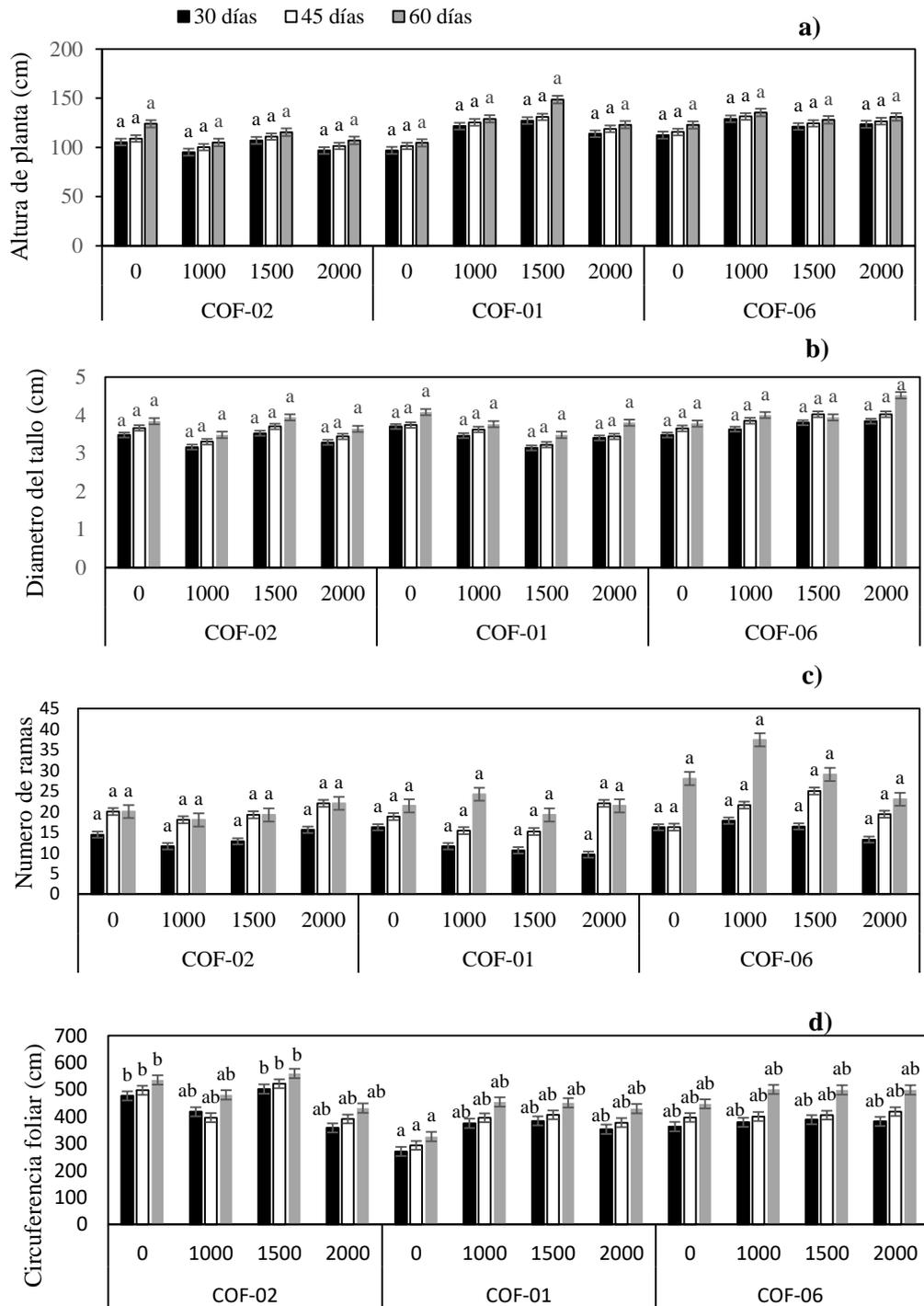
Variables	Dosis de abono	30 días	45 días	60 días
AP	0	104,93 a	108,53 a	117,13 a
	1000	115,27 a	119 a	123,13 a
	1500	118,47 a	122,13 a	130,67 a
	2000	111,33 a	115,6 a	120,33 a
DT	0	3,55 a	3,68 a	3,90 a
	1000	3,42 a	3,59 a	3,75 a
	1500	3,55 a	3,65 a	3,89 a
	2000	3,51 a	3,64 a	3,99 a
CF	0	369,93 a	395,40 a	436,13a
	1000	390,27 a	407,40 a	478,13 a
	1500	424,60a	444,40 a	503,07 a
	2000	364,2 0a	395,33 a	453,27a
NR	0	14,53 a	18,33 a	23,13 a
	1000	13,67 a	18,33 a	26,53 a
	1500	13,27 a	19,80 a	22,53 a
	2000	12,80 a	19,00 a	22,13 a

AP= Altura de planta, DT= Diámetro del tallo, CF= Circunferencia foliar, NR= Número de ramas. Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes ($p > 0,05$)

El efecto de la interacción entre los genotipos de café y las dosis de abono orgánico evaluadas no se encontraron diferencias estadísticas en las variables altura de planta, diámetro de tallo y número de ramas (fig. 5 a,b y c), excepto en la circunferencia foliar donde con la aplicación de 0 y 1500 kg de abono en el genotipo COF-2 se obtuvo los mejores promedios (fig. 5 d). Respecto a la aplicación de abono orgánico, esta no es viable para promover el crecimiento y desarrollo de plantas de café, debido a una presumible descomposición incompleta del abono, o porque el suelo de la localidad contenga escasos coloides orgánicos e inorgánicos, lo cual influye en que las bases intercambiables no se retengan para mejorar la nutrición del cultivo, además, este suelo es ácido, lo cual interfiere negativamente en la proliferación de bacterias y limita el proceso de mineralización. Ávila *et al.* (2010) reportaron resultados similares en su estudio, donde encontraron que la aplicación de lombrinaza afecta el desarrollo de las plantas de café.

Igualmente, De la Cruz *et al.* (2020) al aplicar abono orgánico acelerado en el cultivo de café, no evidenció efectos positivos en la altura y diámetro del tallo, ni en la longitud y ancho de hojas.

Figura 5. Efecto simple de los genotipos y dosis de abono orgánico en la variable a) altura de planta, b) diámetro del tallo, c) número de ramas y d) circunferencia foliar a los 30, 45 y 60 días. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



CONCLUSIONES

En lo que corresponde el efecto simple de genotipos se evidenció que a los 60 días el cultivar COF-6 produjo el mayor número de ramas, mientras que la variedad COF-2 se destacó por registrar la mejor circunferencia foliar a los 30, 45 y 60 días.

En síntesis, los resultados demostraron que la aplicación de abono orgánico Bioabor® a 1000, 1500 y 2000 kg/ha en las variedades de café COF-01, COF-02 y COF-06 no produce ningún efecto en las variables altura de planta, diámetro del tallo, circunferencia foliar y número de ramas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara Cortes, J., Acero Godoy, J., Alcántara Cortés, J., & Sánchez Mora, R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *NOVA*, 17(32), 109-129.
- Armijos Villavicencio, A., Quevedo Guerrero, J. N., & García Batista, R. M. (2021). Análisis de la relación genotipo ambiente en el establecimiento de seis variedades de café en la Granja Experimental Santa Inés. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(1), 95-106.
- Ávila Reyes, W.E., Sadeghian Khalajabadi, S.; Sánchez Arciniegas., P. M., Castro Franco., H. E. (2010) Respuesta del café al fósforo y abonos orgánicos en la etapa de almácigo. *Cenicafé*, 61(4):358-369.
- Chiappe, M. (2020). Conflictos debido ao uso de agroquímicos: o papel das mulheres rurais no Uruguai. *Agrociencia (Uruguay)*, 24(spe), e352.
- David-Higuita, H. y Álvarez-Dávila, E. (2018). Riqueza total de especies de plantas vasculares en un bosque andino de la Cordillera central de Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 66 (1), 227-236.
- De La Cruz, R. C., Zárate, A. R., Rojas, E. R. A., & Poma, V. P. (2020). Efecto del abono orgánico acelerado en plántones de café (*Coffea arabica* L.). In *Anales Científicos*. 81 (2): 393-403.
- Jiménez, C. E. A., Cruz, I. I. A., Aguilar, F. B. M., Galdámez Galdámez, J., Gutiérrez Martínez, A., Morales Cabrera, J. A. (2016). Evaluación de tres abonos orgánicos en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en etapa de vivero. *Siembra*, 3(1): 11-20.

- López-García, F. J., Escamilla-Prado, E., Zamarripa-Colmenero, A., & Cruz-Castillo, J. G.. (2016). Producción y calidad en variedades de café (*Coffea arabica* L.) en Veracruz, México. *Revista fitotecnia mexicana*, 39(3), 297-304.
- López-Salazar, R., González-Cervantes, G., Vázquez-Alvarado, R. E., Olivares-Sáenz, E., Vidales-Contreras, J. A., Carranza de la Rosa, Roberto, & Ortega-Escobar, Manuel. (2014). Metodología para obtener ácidos húmicos y fulvicos y su caracterización mediante espectrofotometría infrarroja. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(spe8), 1397-1407.
- Montoya, E. C., Hernández, J. D., Unigarro, C. A., & FLOREZ, C. (2017). Estimación del área foliar en café variedad Castillo a libre exposición y su relación con la producción. *Revista Cenicafé* 68 (1): 55-61.
- Montoya, J. W. M., Valenzuela, J. R. C., & Herrera, N. M. R. (2013). Morphometric and productive characterization of nineteen genotypes from the Colombian *Coffea* collection. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 66(2), 7021-7034.
- Ponce Vaca, L. A., Orellana Suarez, K. D., Acuña Velásquez, I. R., Alfonso Alemán, J. L., y Fuentes Figueroa, T.. (2018). Situación de la caficultura ecuatoriana: perspectivas. *Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina* , 6(1), 307-325.
- Quintana-Escobar, A. O., Iracheta-Donjuan, L., Méndez-López, I., & Alonso-Báez, M. (2017). Caracterización de genotipos élite de *Coffea canephora* por su tolerancia a sequía. *Agronomía mesoamericana*, 28(1), 183-198.
- Ramos Agüero, D., Terry Alfonso, E., Soto Carreño, F. y Cabrera Rodríguez, J. A. (2014). Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de banano en Bocas del Toro, Panamá. *Cultivos Tropicales* , 35 (2), 90-97.
- Valverde-Lucio, Y., Moreno-Quinto, J., Quijiye-Quiroz, K., Castro-Landín, A., Merchán-García, W., Gabriel-Ortega, J. (2020). Los bioestimulantes: Una innovación en la agricultura para el cultivo del café (*Coffea arábica* L.). *Journal of the Selva Andina Research Society*, 11(1), 18-28.
- Zapata, O., & Jiménez, J. (2016). Evaluación agromorfológica de dos variedades de café arábica (*Coffea arábica* L.) en tres localidades del cantón caluma, provincia bolívar, Ecuador. *avances. Revista de Investigación Talentos*, 3(2), 43-50.

Zhang T., y K.M. Folta, 2012. "Green light signaling and adaptive response". *Plant Signaling & Behavior*, 7(1): 1-4.