



**Respuesta agronómica de dos variedades de café (*coffea canephora*)
en dos pisos climáticos con diferentes necesidades nutricionales**

Dayana Vanessa Macías Muñoz

dayana.macias6652@utc.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-697-3252>

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

Edison Dario Iza Vega

edison.iza9859@utc.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-1549-9118>

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

Eduardo Fabián Quinatoa Lozada

eduardo.quinatoa1839@utc.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-0552-1871>

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

Kleber Augusto Espinosa Cunuhay

kleber.espinosa@utc.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-5151-6301>

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

Correspondencia: dayana.macias6652@utc.edu.ec

Artículo recibido: 20 julio 2022. Aceptado para publicación: 10 agosto 2022.

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

Todo el contenido de **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**, publicados en este sitio están disponibles bajo

Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 

Como citar: Macías Muñoz, D. V., Iza Vega, E. D., Quinatoa Lozada, E. F., & Espinosa Cunuhay, K. A. (2022) Respuesta agronómica de dos variedades de café (*coffea canephora*) en dos pisos climáticos con diferentes necesidades nutricionales Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 6(4) 3102-3115. DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2815

RESUMEN

El café es uno de los cultivos con gran importancia económica en el Ecuador lo, la bebida que se obtiene de su fruto es consumida mayormente caliente, esta es una de las razones por las que ha planteado investigar el comportamiento de nuevas variedades como Geisha y Sarchimor con aplicación de diferentes tipos de fertilización de acuerdo a las necesidades nutricionales del cultivo, con esta finalidad se trata de fomentar la caficultura en la provincia de Cotopaxi especialmente en el cantón La Maná. El objetivo fue evaluar la respuesta agronómica de plántulas de las variedades Geisha y Sarchimor cultivadas bajo las condiciones de dos pisos agroclimáticos de las zonas en estudio, para el efecto se realizaron dos estudios, uno en el **Centro Experimental "Sacha wiwa"** ubicado en la parroquia Guasaganda y otro en la Finca San Pablo de la parroquia Pucayacu. Las variables evaluadas fueron altura de planta (cm), diámetro de tallo (cm) y tasa de crecimiento registrada a los 15, 30 y 45 días. Los tratamientos estuvieron dados por fórmulas con concentraciones media y alta en fósforo. En el primer estudio, el tratamiento que obtuvo los mejores resultados Sarchimor/Medio en fósforo en las variables altura de planta con 48.70 cm, 53.59 cm y 56.10 cm y para diámetro de tallo fue el tratamiento Sarchimor/Alto en fósforo 0.89 cm y 0.94 cm, la tasa de crecimiento fue similar para altura de planta mientras que para diámetro de tallo el tratamiento Geisha/Alto en fósforo y el testigo Sarchimor obtuvieron los mejores promedios 0.005 y 0.010 cm por día. En el segundo estudio se aplicó tres dosis diferentes de un biofertilizante 20, 30 y 40 litros respectivamente, los mejores promedios reportados fueron para el tratamiento 30 litros biol – Sarchimor 30.26 cm para altura de planta y diámetro de tallo 0.44 mm, respecto a la tasa de crecimiento los promedios de incremento diario para altura de planta fue de 0.11cm y diámetro de tallo 0.0022cm.

Palabras claves: geisha; sarchimor; biofertilizante.

Agronomic response of two varieties of coffee (*Coffea canephora*) in two climatic floors with different nutritional needs

ABSTRACT

Coffee is one of the crops with great economic importance in Ecuador, the beverage obtained from its fruit is consumed mostly hot, this is one of the reasons why it has proposed to investigate the behavior of new varieties such as Geisha and Sarchimor with the application of different types of fertilization according to the nutritional needs of the crop, with this purpose it is about promoting coffee growing in the province of Cotopaxi, especially in the canton of La Maná. The objective was to evaluate the agronomic response of seedlings of the Geisha and Sarchimor varieties cultivated under the conditions of two agroclimatic floors of the study areas, for this purpose two studies were carried out, one at the "Sacha wiwa" Experimental Center located in the parish Guasaganda and another in Finca San Pablo in the Pucayacu parish. The variables evaluated were plant height (cm), stem diameter (cm) and growth rate recorded at 15, 30 and 45 days. The treatments were given by formulas with medium and high concentrations of phosphorus. In the first study, the treatment that obtained the best results Sarchimor/Medium in phosphorus in the variables plant height with 48.70 cm, 53.59 cm and 56.10 cm and for stem diameter was the treatment Sarchimor/High in phosphorus 0.89 cm and 0.94 cm, the growth rate was similar for plant height while for stem diameter the Geisha/High phosphorus treatment and the Sarchimor control obtained the best averages 0.005 and 0.010 cm per day. In the second study, three different doses of a biofertilizer were applied, 20, 30 and 40 liters respectively, the best reported averages were for the treatment 30 liters biol – Sarchimor 30.26 cm for plant height and stem diameter 0.44 mm, with respect to the rate of growth the average daily increase for plant height was 0.11cm and stem diameter 0.0022cm.

Keywords: geisha; sarchimor; biofertilizer

INTRODUCCIÓN

El Ecuador cuenta con 199215 ha de café cultivadas, de estas el 68% corresponde especie *Coffea arabica* y el 32% restante pertenece a *Coffea canephora*, es por esta razón que el cultivo de café está considerado un rubro de gran importancia económica. Este cultivo se distribuye en 23 de las 24 provincias del país, por lo tanto tiene una vasta labor social para las familias cafetaleras ecuatorianas. En las provincias de Manabí específicamente en la localidad de Jipijapa, Loja y en las ramificaciones de la Cordillera Occidental de Los Andes, donde se concentra la producción de *C. arabica* comúnmente conocido como café arábigo el cual está considerado el de mejor calidad. Por otra parte, en la Amazonía (Sucumbíos y Orellana) se cultiva en su mayoría el *C. canephora* conocido usualmente como café robusta (Santistevan et al., 2014).

En cuanto a su aporte a la producción mundial en el año 2015 Ecuador se encontraba situado en la posición 19 de un total de 20 países que son los principales productores de café en el mundo según la Organización Internacional del Café (ICO), con un total de 42000 toneladas el 0.49% del total de la producción mundial muy por debajo de países con tradición cafetalera en Latinoamérica como lo son Brasil (puesto N° 1 con 2'592 000 toneladas) y Colombia (puesto N° 3 con 810 000 toneladas) (Venegas , Orellana, & Pérez, 2018).

Para que el café alcance su mayor producción requiere de suelos ricos en materia orgánica (>8.0%), ricos en nutrientes específicamente potasio y suelos que tengan un pH entre 5.0 y 5.5; pero estos lineamientos no se cumplen ya que se cultiva café en zonas donde las condiciones del suelo son opuestas a lo anteriormente expresado (Farfán & Baute, 2020). Esta es una de las razones por las cuales al momento de establecer el cultivo o en caso contrario cuando ya se encuentra establecido, se busca efectuar de manera práctica regularizar el pH del suelo a los niveles sugeridos, así como incrementar la materia orgánica y suplementar la deficiencia de nutrientes, tanto en el suelo como en las plantas, utilizando fertilización orgánica y mineral.

Con el fin de evaluar la respuesta agronómica de plántulas de dos variedades de *coffea canephora* se realizaron dos estudios en dos pisos agroecológicos diferentes, el primero con fertilización media y alta en fósforo y el segundo con tres dosis diferente de biofertilizantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El primer estudio se realizó en el Centro Experimental Sacha wiwa ubicado en la parroquia Guasaganda. Cantón La Maná, provincia de Cotopaxi a una altitud de 503 m.s.n.m., temperatura media anual 22°C, humedad relativa 88%, heliofanía 570.30, precipitación mm/año 2761.00. El segundo estudio fue en la Finca "San Pablo" ubicada la parroquia Pucayacu, cantón La Maná, provincia de Cotopaxi, a una altitud de 1012 m.s.n.m., temperatura media anual 18-24°C, humedad relativa 80%, heliofanía 570.30 h/l/año, precipitación mm/año 3000.00 (INAMHI, 2017).

Material vegetal

El material genético utilizado en ambos estudios fue cedido por REDUCAFÉ (Red Universitaria de Investigación y Desarrollo Cafetalero), en el marco de colaboraciones científicas que se tiene con la red que agrupa investigadores, académicos y productores del Ecuador. Las plantas utilizadas dentro de las investigaciones fueron de las variedades Geisha y Sarchimor, para el primer estudio se manejó 200 plantas de once meses de edad, mientras que para el segundo ensayo 36 plantas de dos meses de edad (236 unidades experimentales en total).

Tratamientos

Los tratamientos utilizados para los dos estudios se describen a continuación:

Estudio uno T1 medio en fósforo, T2 alto en fósforo y T3 testigo. La fertilización utilizada se obtuvo de acuerdo a las necesidades nutricionales arrojadas por el análisis de suelo realizado del Centro Experimental Sacha wiwa, el cual reportó valores para fósforo 5.00 ppm (bajo), pH 5.60 (medianamente ácido), materia orgánica 4.30% (medio), nitrógeno (alto) 49.00 ppm y para el potasio (bajo) 5.00 meq/100 ml. Las fórmulas fueron una mezcla de fertilizante mineral y orgánico en las siguientes proporciones: para la fertilización media en fósforo: nitrato de amonio 350.00 Kg/ha⁻¹, sulfato de magnesio 300.00 Kg/ha⁻¹, cloruro de potasio 165.00 Kg/ha⁻¹, fosfato di amónico 100.00 Kg/ha⁻¹ y bioabor 200.00 Kg/ha⁻¹ dando un total de 1115.00 Kg/ha⁻¹ (aplicación g/planta 278.80); formulación alta en fósforo: nitrato de amonio 300.00 Kg/ha⁻¹, sulfato de magnesio 300.00 Kg/ha⁻¹, cloruro de potasio 165.00 Kg/ha⁻¹, fosfato di amónico 200.00 Kg/ha⁻¹ y bioabor 200.00 Kg/ha⁻¹ dando un total de 1165.00 Kg/ha⁻¹ (aplicación g/planta 291.26)

Estudio dos T1 - 20 litros biol, T2 - 30 litros biol, T3 - 40 litros biol y T4 testigo. Las dosificaciones del biofertilizante se efectuaron de acuerdo al análisis de suelo realizado de la Finca San Pablo el cual arrojó los siguientes valores: pH 5.90 (medianamente ácido), materia orgánica (bajo) 1.90%, nitrógeno (medio) 34.00 ppm, fósforo (bajo) 8.00 ppm y para el potasio (medio) 0.24 meq/100 ml. Para preparar el biofertilizante se utilizó: agua sin tratar 180 litros, estiércol de vaca 50 kilos, melaza 14 litros, leche 28 litros, roca fosfatada 2.6 kilos, ceniza 1.3 kilos, ceniza 1.3 kilos, sulfato de zinc 2 kilos, cloruro de calcio 2 kilos, sulfato de magnesio 2 kilos, cloruro de cobalto 50 gramos, molibdato de sodio 100 gramos, bórax 1.5 kilos, sulfato ferroso 300 gramos y sulfato de cobre 300 gramos. Los análisis de suelo se realizaron en el Laboratorio de suelos, tejidos vegetales y aguas del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias Estación Experimental Pichilingue.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) en ambos estudios, se empleó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p < 5\%$). Para el análisis estadístico se empleó el Software libre InfoStat (Di Renzo et al. 2018).

Variables evaluadas

Las variables evaluadas para ambos estudios fueron altura de planta (cm), diámetro de tallo (cm), tasa de crecimiento relativo (TCR) para ello se utilizó la fórmula sugerida por Carberry (2008) $\frac{(S_2 - S_1)}{T}$, siendo S2 la segunda medición y S1 la primera. En el primer estudio los datos se tomaron a los 15, 30 y 45 días; mientras que para el segundo estudio se tomaron cada 7 días durante 16 semanas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Altura de planta (cm)

En la evaluación de altura de planta (cm) se muestra que el tratamiento Sarchimor/Medio en fósforo obtuvo los mejores promedios con 48.70 cm, 53.59 cm y 56.10 cm a los 15, 30 y 45 días respectivamente (tabla 1). Estos resultados fueron superados a los obtenidos por Arizaleta & Pire (2008) el tratamiento que logró el mayor promedio fue 0.20 g nitrógeno y 0.43 g fósforo por planta 10.94 cm. En el estudio realizado por Candido et al. (2013) los resultados alcanzados por los tratamientos F2 y F5 con promedios similares de 35.35 cm utilizando fuente fosfórica en concentraciones de 18% de P_2O_5 y 20.30% de P_2O_5 , fueron inferiores a lo obtenidos en este estudio.

Tabla 1. Efecto de la fertilización media y alta en fósforo sobre la altura de planta en el Centro Experimental Sacha wiwa

Tratamientos	Altura de planta (cm)					
	15 días		30 días		45 días	
Gesisha +Medio fósforo	38.75	abc	42.75	abc	45.42	abc
Gesisha + Alto fósforo	43.37	ab	48.16	ab	51.32	ab
Sarchimor + Medio fósforo	48.53	a	53.20	a	55.74	a
Sarchimor + Alto fósforo	43.29	ab	48.40	ab	51.39	ab
Geisha	35.22	bc	40.00	bc	42.16	bc
Sarchimor	30.05	c	35.18	c	37.13	c
EE	2.36		2.64		2.64	
CV (%)	34.81		32.37		30.50	

Diámetro de tallo

El mayor diámetro de tallo (cm) fue obtenido por el tratamiento Sarchimor/Alto en fósforo con promedios de 0.89 cm y 0.94 cm a los 30 y 45 días respectivamente como se puede visualizar en la tabla 2. Los autores Candido et al (2013) al evaluar fertilizantes organominerales con base fosfórica en plántulas de café arábico lograron el mejor resultado para diámetro de tallo con el tratamiento F5 0.91 cm. Caicedo & Chavarriaga (2007) refieren que el fósforo es un elemento primordial para el café en sus primeras etapas de desarrollo, además de ser el responsable de establecer cafetos vigorosos, con un buen sistema radicular. Siles,(2019) concuerda con los autores antes citados al mencionar que el fósforo es el principal nutriente que en muchos de los casos se presenta de forma deficiente, lo que impide el desarrollo eficiente del cultivo del café.

Tabla 2. Efecto de la fertilización media y alta en fósforo sobre el diámetro de tallo en el Centro Experimental Sacha Wiwa

Tratamientos	Diámetro de tallo (cm)					
	15 días		30 días		45 días	
Gesisha +Medio fósforo	0.67	ab	0.70	bc	0.75	bc
Gesisha + Alto fósforo	0.73	a	0.81	ab	0.88	ab
Sarchimor + Medio fósforo	0.82	a	0.82	ab	0.87	ab
Sarchimor + Alto fósforo	0.77	a	0.89	a	0.94	a
Geisha	0.69	a	0.74	bc	0.80	bc
Sarchimor	0.53	b	0.61	c	0.69	c
EE	0.69		0.70		0.03	
CV (%)	26.37		23.17		19.50	

Tasa de crecimiento

Se puede observar que la altura de planta incrementa al finalizar el estudio (tabla 3), no hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados y los testigo, mientras que en diámetro de tallo se obtuvo los mejores promedios en el tratamiento Geisha + Alto en fósforo con un promedio de 0.005 y el testigo Sarchimor 0.010 cm por día. Quintana et al., (2017) manifiestan que para que exista una tasa de crecimiento positiva el cultivo, además de una buena fertilización, debe encontrarse en su capacidad de campo para poder absorber los nutrientes necesarios para su desarrollo.

Tabla 3. Tasa de crecimiento de las variedades de café Geisha y Sarchimor, en el Centro Experimental Sacha wiwa

Tratamientos	Tasa de Crecimiento Relativa			
	Altura de planta (cm)		Diámetro de tallo (cm)	
Gesisha +Medio fósforo	0.22	a	0.002	b
Gesisha + Alto fósforo	0.27	a	0.005	a
Sarchimor + Medio fósforo	0.24	a	0.003	ab
Sarchimor + Alto fósforo	0.27	a	0.004	ab
Geisha	0.23	a	0.003	ab
Sarchimor	0.24	a	0.010	a
EE	0.01		0.0004	
CV (%)	35.25		45.36	

Segundo estudio

Altura de planta (cm)

Desde la toma de datos desde la semana 1 se fue evidenciando diferencias estadísticas entre los tratamientos, siendo el tratamiento 30 litros biol - Sarchimor (tabla 4) superior a los demás tratamientos respecto a la altura de planta (cm), iniciando con un promedio de 17.62 cm y al finalizar el estudio 30.26 cm. Estos resultados superaron a los reportados por Cosme et al. (2020) al evaluar abono acelerado (biofertilizante) en plántones de café, obtuvo el mayor promedio en altura de planta de 24.76 cm. Por otra parte Cargua et al. (2022) reportó promedios inferiores a los obtenidos en este estudio para altura de planta de 24.73 cm (biochar + biofertilizante) al valorar el crecimiento y calidad de plantas de café arábica en etapa de vivero. Esto es debido a que los biofertilizantes ayudan a la fijación de nitrógeno y a la solubilización de otros nutrientes como el fósforo y el potasio

que contribuyen al incremento de los beneficios de desarrollo y producción, además de favorecer el bienestar de los agroecosistemas (Martínez, y otros, 2018).

Diámetro de tallo

Los promedios en diámetro de tallo a inicios del estudio fueron homogéneos para todos los tratamientos 0.20 mm, pero a medida que el tiempo transcurría el tratamiento 30 litros biol - Sarchimor en las semanas 15 y 16 presentó los promedios más altos frente a los otros tratamientos 0.44 mm. En el trabajo investigativo de Jaulis y otros (2020) en el cual evaluó combinaciones de biofertilizantes y fertilizantes sólidos, el tratamiento T8 obtuvo el mejor promedio en diámetro de tallo 2.74 mm, superaron a los reportados en este estudio. Los resultados obtenidos por Cargua et al. (2022) por el tratamiento biochar + biofertilizantes fue considerablemente superior a los obtenidos en este estudio 5.00 mm (tabla 5).

Tasa de crecimiento

Los mejores resultados obtenidos respecto a la tasa de crecimiento se lograron con el tratamiento Sarchimor + 30 litros biol de agua altura de planta 0.11 cm y diámetro de tallo 0.0022 por día (tabla 6). Cargua y otros (2022) obtuvo resultados positivos tanto en altura de planta como en diámetro de tallo, al evaluar la tasa de crecimiento en plántulas de café en el cual el tratamiento biochar + biofertilizante tuvo el mayor incremento tanto en altura de planta y diámetro de tallo.

Tabla 4. Efecto del biofertilizante sobre la altura de planta en plántulas de café variedades Geisha y Sarchimor

Semanas	20 litros biol		30 litros biol		40 litros biol		Testigos		EE	CV (%)								
	Geisha	Sarchimor	Geisha	Sarchimor	Geisha	Sarchimor	Geisha	Sarchimor										
1	13.68	de	15.23	bc	16.29	abc	17.62	a	16.48	ab	14.93	cd	12.86	ef	12.08	f	0.27	3.16
2	13.68	de	15.23	bc	16.29	abc	17.62	a	16.48	ab	14.93	cd	12.86	ef	12.08	f	0.27	3.16
3	13.94	de	15.30	bc	16.36	bc	17.66	a	16.52	ab	15.12	cd	12.91	ef	12.46	f	0.26	2.95
4	14.15	de	15.55	bc	16.62	ab	17.79	a	16.67	ab	15.12	cd	13.00	ef	12.50	f	0.27	3.04
5	15.06	de	16.22	cd	17.55	bc	19.21	a	18.05	ab	16.34	cd	13.63	ef	12.81	f	0.30	3.22
6	15.89	d	16.67	cd	18.36	bc	20.23	a	19.11	ab	17.32	cd	14.13	e	13.37	e	0.34	3.48
7	16.69	c	17.22	c	19.18	b	21.22	a	20.01	ab	18.17	bc	14.76	d	13.88	d	0.37	3.65
8	17.50	cd	17.85	c	20.20	ab	22.24	a	21.08	ab	19.20	bc	15.68	de	14.47	e	0.42	3.95
9	18.16	cd	18.44	cd	21.14	ab	23.33	a	22.11	ab	20.12	bc	16.70	de	15.20	e	0.46	4.10
10	19.04	cd	19.21	c	21.79	ab	23.72	a	22.46	ab	20.99	bc	16.98	de	15.45	e	0.44	3.84
11	19.81	c	19.91	c	22.45	ab	24.37	a	23.08	ab	21.60	bc	17.19	d	15.68	d	0.42	3.58
12	20.34	c	20.42	c	22.88	ab	24.80	a	23.53	ab	22.14	bc	17.42	d	15.93	d	0.44	3.61
13	20.97	c	20.95	c	23.38	ab	25.31	a	24.01	ab	22.70	bc	17.61	d	16.14	d	0.43	3.52
14	22.20	d	23.26	cd	26.07	b	29.58	a	25.91	b	24.91	bc	17.73	e	16.26	e	0.52	3.86
15	22.65	d	23.68	cd	26.44	b	29.91	a	26.28	bc	25.33	bc	17.89	e	16.42	e	0.52	3.83
16	23.13	d	24.19	cd	26.86	b	30.26	a	26.70	bc	25.79	bc	18.01	e	16.57	e	0.52	3.74

Respuesta agronómica de dos variedades de café (coffea canephora)
en dos pisos climáticos con diferentes necesidades nutricionales

Tabla 5. Efecto del biofertilizante sobre el diámetro de tallo en plántulas de café variedades Geisha y Sarchimor

Semanas	20 litros biol		30 litros biol		40 litros biol		Testigos		EE	CV (%)								
	Geisha	Sarchimor	Geisha	Sarchimor	Geisha	Sarchimor	Geisha	Sarchimor										
1	0.20	a	0.20	a	0.20	a	0.20	a	0.20	a	0.20	a	0.20	a	0.20	a		
2	0.20	a	0.20	a	0.20	a	0.20	a	0.20	a	0.20	a	0.20	a	0.20	a		
3	0.20	a	0.20	a	0.20	a	0.20	a	0.20	a	0.20	a	0.20	a	0.20	a		
4	0.20	a	0.20	a	0.20	a	0.20	a	0.20	a	0.20	a	0.20	a	0.20	a		
5	0.22	b	0.20	b	0.26	a	0.23	b	0.21	b	0.21	b	0.20	b	0.20	b	0.01	5.14
6	0.22	bcd	0.22	bcd	0.26	a	0.26	ab	0.23	abcd	0.24	abc	0.20	cd	0.20	cd	0.01	5.58
7	0.25	abc	0.25	abc	0.28	a	0.28	a	0.28	a	0.26	ab	0.22	bc	0.22	bc	0.01	5.63
8	0.30	a	0.28	a	0.29	a	0.31	a	0.29	a	0.28	ab	0.24	bc	0.23	c	0.01	4.74
9	0.31	bc	0.30	bc	0.36	a	0.33	ab	0.31	b	0.31	b	0.30	bc	0.27	c	0.01	4.39
10	0.32	b	0.30	bc	0.36	a	0.33	ab	0.32	ab	0.31	bc	0.30	bc	0.27	c	0.01	4.49
11	0.33	abc	0.31	bc	0.37	a	0.35	ab	0.34	ab	0.32	abc	0.31	bc	0.27	c	0.01	5.92
12	0.38	a	0.34	ab	0.38	a	0.37	a	0.35	ab	0.34	abc	0.31	bc	0.29	c	0.01	5.66
13	0.38	a	0.34	ab	0.38	a	0.37	a	0.35	ab	0.34	abc	0.31	bc	0.29	c	0.01	5.66
14	0.39	a	0.36	a	0.39	a	0.38	a	0.39	a	0.37	a	0.32	b	0.30	b	0.01	3.42
15	0.40	ab	0.37	bc	0.42	ab	0.44	a	0.41	ab	0.39	ab	0.32	cd	0.30	d	0.01	5.05
16	0.40	ab	0.37	bc	0.42	ab	0.44	a	0.41	ab	0.39	ab	0.32	cd	0.30	d	0.01	5.05

Tabla 6. Tasa de crecimiento de las variedades de café Geisha y Sarchimor en la Finca "San Pablo"

Tratamientos	Tasa de crecimiento relativo			
	Altura (cm)		Diámetro (mm)	
Geisha + 20 litros biol	0.08	bc	0.0018	ab
Sarchimor + 20 litros biol	0.08	bc	0.0016	bc
Geisha + 30 litros biol	0.10	b	0.0020	ab
Sarchimor + 30 litros biol	0.11	a	0.0022	a
Geisha + 40 litros biol	0.09	bc	0.0019	ab
Sarchimor + 40 litros biol	0.09	bc	0.0017	ab
Geisha	0.05	d	0.0010	cd
Sarchimor	0.04	d	0.0093	d
EE	0.0323		0.0001	
CV (%)	6.88		10.65	

CONCLUSIONES

En base a los resultados presentados en esta investigación fue posible demostrar que las variedades Geisha y Sarchimor se adaptaron a las condiciones climáticas de los pisos agroecológicos en estudio. Una fertilización enfocada en las necesidades nutricionales del cultivo de café, y el tipo de fertilizante utilizado, promueve al desarrollo de la planta y su mejor adaptación a diferentes pisos agroecológicos y sus condiciones particulares. Es evidente que la variedad Sarchimor respondió favorablemente al tipo de fertilización aplicado tanto en el Centro Experimental Sacha wiwa como en Pucayacu.

APORTE DE LOS AUTORES

Srta. Dayana Macías y Sr. Edison Iza: recolección de datos, auxiliares del departamento de Investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, Ing. Eduardo Quinatoa docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se desarrolló gracias a la Red Universitaria de Investigación y Desarrollo Cafetalero (REDUCAFE), Ing. Ricardo Luna Murillo Coordinador de la Unidad de Investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi y miembro de REDUCAFE; Ing. Cristian Tapia, Ing. Kleber Espinosa miembros de REDUCAFE y Docentes investigadores, Centro Experimental Sacha wiwa, Finca San Pablo.

BIBLIOGRAFÍA

- Arizaleta, M., & Pire, R. (2008). Respuesta de plántulas de cafeto al tamaño de la bolsa y fertilización con nitrógeno y fósforo en vivero. *Agrociencia* 42, 50.
- Caicedo, L., & Chavarriaga, W. (2007). Efecto de la aplicación de dosis de Silicio sobre el desarrollo en almácigo de plántulas de café variedad Colombia. *Agron.* 15(1), 30.
- Candido, A., Tomaz, M., De Souza, A., Teixeira, J., & Passos, O. (2013). Fertilizantes organominerales no desenvolvimento inicial do cafeeiro arábica. VIII Simpósio de Pesquisas dos Cafés do Brasil, 2-4.
- Carberry, A. (2008). Como medir la tasa de crecimiento de las plantas. Obtenido de <https://es.wikihow.com/medir-la-tasa-de-crecimiento-de-las-plantas#Referencias>
- Cargua, J., Luna, A., González, H., Cedeño, G., & Cedeño, Á. (2022). Crecimiento y calidad de plantas de café arábica con la aplicación de biochar y biofertilizantes en vivero. *Chilean J. Agric. Anim. Sci.*, 38(1), 7.
- Cosme, R., Reynoso, A., Adama, E., & Pocomucha, V. (2020). Efecto del abono orgánico acelerado en plantones de café (*Coffea arabica* L). *Anales Científicos* 81(2), 379-380.
- Di Renzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2018). (InfoStat versión 2018). Centro de Transferencia InfoStat. FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Encalada, M., Fernández, P., Jumbo, N., Alejo, A., & Reyes, L. (2018). Evaluación del crecimiento de plántulas de *Coffea arabica* L. c.v. caturra en condiciones de vivero con diferentes sustratos y recipientes. *BOSQUES LATITUD CERO* 8(1), 74-75.
- Farfán, F., & Baute, J. (2020). La fertilización mineral como complemento a la fertilización con abono orgánico en el cultivo del café. *Cenicafé* 71(1), 49.
- Fernández, M. (2007). Fósforo: amigo o enemigo. *ICIDCA* 2, 52.
- Garro, J. (2016). El suelo y los abonos orgánicos. San José, C.R.: INTA.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. IICA. (2019). Manual de producción sostenible de café en la República Dominicana. Santo Domingo: Romero & Camilo.
- Instituto Nacional de Meteorología e hidrología. INAMHI. (2017). Anuario Meteorológico. Quito.

- Jaulis, J., Martínez, A., Juscamaita, J., Adama, E., & Adama, J. (2020). Efecto de la aplicación combinada de Abono líquido y sólido en la producción de plantines de café (*Coffea arabica*) cultivado bajo condiciones de vivero en Chirinos, Cajamarca, Perú. *Anales Científicos* 81(2), 342-343.
- Kant, S., & Kafkafi, U. (s.f.). El Potasio. Absorción de potasio por los cultivos en distintos estadios fisiológicos. Obtenido de <https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/Sesion%20V.pdf>
- Martínez, L., Aguilar, C., Carcaño, M., Galdámez, J., Gutiérrez, A., Morales, J., . . . Gómez, E. (2018). Biofertilización y fertilización química en maíz (*Zea mays* L.) en Villaflores, Chiapas, México. *Revista Siembra* 5(1), 27.
- Quintana, A., Iracheta, L., Méndez, I., & Alonso, M. (2017). Caracterización de genotipos de *Coffea nanephora* por su tolerancia a sequía. *Agronomía Mesoamericana* 28(1), 187.
- Quiñonez, B., Quevedo, J., & García, R. (2021). Biochar: Aplicaciones y efectos en combinación con fertilizantes minerales en 3 variedades de café (*Coffea* sp.) en la provincia de El Oro. *Agrosistemas* 9(2), 190.
- Sadeghian, S. (2010). *La Materia Orgánica: Componente esencial en la sostenibilidad de los agrosistemas cafeteros*. Colombia: L.I.A.
- Santistevan, M., Julca, A., Borjas, R., & Tuesta, O. (2014). Caracterización de fincas cafetaleras en la localida de Jipijapa (Manabí, Ecuador). *Ecología Aplicada* 13(2), 187.
- Siles, P. (2019). *Fertilidad de los suelos en sistemas de pastos, café y cacao en el TeSAC Nicaragua*. TeSAC.
- Venegas, S., Orellana, D., & Pérez, P. (2018). La realidad Ecuatoriana en la producción de café. *Recimundo* 2(2), 76.