

## Evaluación del crecimiento de plántulas de *Coffea arabica* L. c.v. caturra en condiciones de vivero con diferentes sustratos y recipientes.

Evaluation of the growth of seedlings of *Coffea arabica* L. c.v. caturra in nursery conditions with different substrates and containers.

**Encalada Max**<sup>1</sup>  
**Fernández Paulina**<sup>1</sup>  
**Jumbo Nohemí**<sup>1</sup>  
**Alejo Antonio**<sup>2</sup>  
**Reyes Luis**<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Docentes-Investigadores de la Universidad Nacional de Loja, Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Loja, Ecuador

<sup>2</sup> Consultores Independientes

\*Autor para correspondencia: paulivanefer@hotmail.com

RECIBIDO: 20/03/2018

APROBADO: 19/06/2018

### RESUMEN

La investigación se realizó en el sector Cararango, parroquia San Pedro de Vilcabamba, cantón y provincia de Loja con el objetivo de evaluar el efecto de cuatro tipos de sustratos y cuatro tamaños de recipientes en condiciones de vivero, en relación al crecimiento de las plántulas. Los sustratos utilizados en los tratamientos fueron: fosfoestiercol 20 %, humus de lombriz 25 %, bocashi 40 % y como control tierra agrícola + arena en proporción 3:1; como recipientes se utilizaron: fundas de polietileno de 471 cm<sup>3</sup> (10 x 15 cm) y de 785 cm<sup>3</sup> (12,5 x 20 cm) y bandejas de polietileno de 490 y 347 cm<sup>3</sup> respectivamente. A los 81 días después del trasplante, durante 150 días se evaluaron las variables de crecimiento: altura, diámetro del tallo y número de hojas; así mismo, a los 231 días después de la emergencia se evaluó: materia seca de la parte radical, de la parte aérea y total. Los mejores resultados en crecimiento se registraron en los tratamientos T5 (bocashi 40 %), T9 (humus de lombriz 25 %) y T13 (fosfoestiercol 20 %), todos en funda de 12,5 x 20 cm (745 cm<sup>3</sup>), en los cuales se presentaron valores mayores de: altura, pares de hojas, área foliar y materia seca. Se observó una relación directa entre la calidad del sustrato y el tipo de recipientes en el comportamiento de las variables de crecimiento evaluadas.

*Palabras claves:* vivero, sustratos, crecimiento.

## ABSTRACT

The research was conducted in the Cararango sector, San Pedro de Vilcabamba parish, county and province of Loja with the objective of evaluating the effect of four types of substrates and four sizes of containers under nursery conditions, in relation to the growth of the seedlings. The substrates used in the treatments were: phosphoestiercol 20%, humus of worm 25%, bocashi 40% and as control agricultural land + sand in proportion 3: 1; The following containers were used: 471 cm<sup>3</sup> (10 x 15 cm) and 785 cm<sup>3</sup> (12.5 x 20 cm) polyethylene covers and 490 and 347 cm<sup>3</sup> polyethylene trays respectively. At 81 days after the transplant, during 150 days the growth variables were evaluated: height, stem diameter and number of leaves; Likewise, 231 days after the emergence, dry matter of the radical part, aerial part and total was evaluated. The best growing results were recorded in the T5 treatments (bocashi 40%), T9 (worm humus 25%) and T13 (phosphoestiercol 20%), all in 12.5 x 20 cm (745 cm<sup>3</sup>) cases, in the which showed higher values of: height, leaf pairs, leaf area and dry matter. A direct relationship was observed between the quality of the substrate and the type of containers in the behavior of the evaluated growth variables.

*Keywords:* nursery, substrates, increase.

## INTRODUCCIÓN

El café es uno de los productos de exportación de alto valor en el mundo y su consumo se incrementa sostenidamente tanto en los países productores como en los importadores (OIC, 2016). En Ecuador es una de las principales actividades agrícolas que se realizan y se encuentra entre los diez cultivos con mayor superficie; además, se produce en varias provincias del país (Monteros, 2017). Según BanEcuador (2016) la caficultura a nivel nacional, genera empleo directo para 67 500 familias de productores y adicionalmente constituye una fuente de trabajo para varios miles de familias vinculadas a las actividades de comercio, agroindustria artesanal, industria de solubles, transporte y exportación. En la provincia de Loja, la producción de café representa el 13,5 % de las áreas cafetaleras del país.

Sin embargo, la Asociación Nacional de Exportadores de Café (ANECAFE) señala que la producción de café en el 2016 fue muy baja con relación a años anteriores (Telégrafo, 2017), las causas de esta baja en la producción pueden ser diversas como avanzada edad de las plantaciones, la presencia de plagas y enfermedades, la producción de plántulas de baja calidad a nivel de vivero. En cuanto a la producción de plántulas, dado el inadecuado manejo de los procesos en vivero se ha detectado baja calidad que se expresa en una limitada sobrevivencia, falta de homogeneidad y disminución de la longevidad en condiciones de campo.

Al respecto, el Ministerio de la Agricultura de Cuba (2013) señala que la calidad de las plántulas ejerce influencia por mucho tiempo en la plantación debido a que las deficiencias son detectadas luego de dos o tres años cuando la plantación empieza a producir; por su parte Alves y Guimarães (2010) indican que cualquier error cometido en el período de producción de plántulas resulta en baja productividad y disminución de la longevidad de las plantaciones. Diversos estudios señalan que para el manejo adecuado del cultivo se debe empezar desde el establecimiento en

el vivero, ya que para la instalación en el campo se debe garantizar plantas de buena arquitectura, vigorosas y libres de plagas y enfermedades (Castellón *et al.*, 2000).

Estudiar el crecimiento de las plántulas en etapa de vivero con diferentes sustratos y recipientes a partir de las variables de crecimiento, resulta importante para determinar las mejores características morfológicas que garanticen una plántula de buena calidad, expresada en sus medidas directas, de tal forma que su sobrevivencia y crecimiento en condiciones de campo esté asegurada.

Con estos antecedentes se realizó la investigación con el objetivo de evaluar el crecimiento de plántulas de *Coffea arabica* L. c.v. Caturra en condiciones de vivero con diferentes sustratos y recipientes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La investigación se realizó en el sector Cararango, parroquia San Pedro de Vilcabamba, cantón y provincia de Loja, aproximadamente a 36 km al Sur de la ciudad de Loja, ubicado a 696 243 Longitud y 9 531 988 Latitud. Se utilizaron semillas del cultivar Caturra recolectadas en una plantación ubicada en el cantón Espíndola, se procesaron y seleccionaron siguiendo las recomendaciones técnicas (INIAP, 1993)

Para la germinación de las semillas se construyó un germinador de madera a 50 cm sobre el nivel del suelo, con las siguientes dimensiones: 0,80 m de ancho x 2,60 m de largo y 0,20 m de alto, el cual se llenó con sustrato de tierra agrícola y arena en una proporción 1:1; la desinfección del sustrato se realizó con agua a 100°C y cal. La siembra se realizó en surcos a distancia de 5 cm, se sembraron 5 200 semillas, luego se cubrió con una capa fina de tierra. Cuando inicio la emergencia, se colocó una malla de polipropileno de color negro de 50 % de sombra neutra para crear un microclima adecuado en etapa inicial de crecimiento de las plántulas hasta su etapa de chapola. La emergencia se produjo entre los 45 y 55 días y el trasplante se realizó 55 días después.

Para el trasplante se procedió a preparar cuatro sustratos: tierra agrícola + arena en proporción 3:1 (base de cada sustrato), base de sustrato + bocashi al 40 %, base de sustrato + humus de lombriz al 25 % y base de sustrato + fosfoestiercol al 20 %. Los sustratos se colocaron en cuatro diferentes tamaños de recipientes: funda de polietileno de 10 x 15 cm, funda de polietileno de 12,5 x 20 cm, bandeja de polietileno de 490 cm<sup>3</sup> y bandeja de polietileno de 347 cm<sup>3</sup>. Todos los sustratos fueron desinfectados con agua hirviendo y por insolación por tres días.

Se realizó un análisis de laboratorio a los sustratos utilizados, cuyas características se presentan en la Tabla 1.

Se utilizó un arreglo bifactorial 4 x 4 completamente al azar, con 4 tipos de sustratos, 4 tamaños de recipientes, 3 réplicas y cada réplica con 100 plantas, lo que da un total de 16 tratamientos con 4 800 plántulas (Tabla 1, Figura 1).

Tabla 1. Resultados de análisis de laboratorio de los sustratos.

Sustratos	Análisis Mecánico %			Textura	pH	MO %	N ppm	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm	K <sub>2</sub> O Ppm
	TFSA								
	Ao	Lo	Ac						
Suelo agrícola + arena	60	27,8	12,2	FoAo	7,8	10,9	82,5	531,1	372,3
Bocashi + arena + suelo	60	21,8	18,2	FoAo	7,5	14,5	149,1	405,0	353,5
Humus de lombriz + arena + suelo	60	20,8	19,2	FoAo	7,4	12,6	81,6	357,5	390,9
Fosfoestiercol + arena + suelo	60	15,8	18,2	FoAo	7,9	13,0	107,8	91,45	369,1

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables-UNL

Tabla 2. Tratamientos utilizados en el ensayo de café *Coffea arabica* L. c.v. Caturra a nivel de vivero.

Tratamientos	Sustrato (A)	Recipiente (B)	Código
T1	Suelo agrícola + arena	Funda 12.5 x 20 cm	a1b1
T2	Suelo agrícola + arena	Funda 10 x 15 cm	a1b2
T3	Suelo agrícola + arena	Bandeja de CÓDIGO 1	a1b3
T4	Suelo agrícola + arena	Bandeja de CÓDIGO 2.	a1b4
T5	Bocashi + arena + suelo	Funda 12.5 x 20 cm	a2b1
T6	Bocashi + arena + suelo	Funda 10 x 15 cm	a2b2
T7	Bocashi + arena + suelo	Bandeja de CÓDIGO 1	a2b3
T8	Bocashi + arena + suelo	Bandeja de CÓDIGO 2.	a2b4
T9	Humus de lombriz + arena + suelo	Funda 12.5 x 20 cm	a3b1
T10	Humus de lombriz + arena + suelo	Funda 10 x 15 cm	a3b2
T11	Humus de lombriz + arena + suelo	Bandeja de CÓDIGO 1	a3b3
T12	Humus de lombriz + arena + suelo	Bandeja de CÓDIGO 2.	a3b4
T13	Fosfoestiercol + arena + suelo	Funda 12.5 x 20 cm	a4b1
T14	Fosfoestiercol + arena + suelo	Funda 10 x 15 cm	a4b2
T15	Fosfoestiercol + arena + suelo	Bandeja de CÓDIGO 1	a4b3
T16	Fosfoestiercol + arena + suelo	Bandeja de CÓDIGO 2.	a4b4

### Evaluación de variables.

Durante 150 días, a partir de que las plántulas tuvieron la edad de 136 días, es decir, a los 81 días después del trasplante, se evaluaron las siguientes variables de crecimiento: altura, diámetro del tallo, número de pares de hojas; así mismo, al finalizar la etapa de vivero se evaluó: materia seca de raíces, materia seca de la parte aérea y materia seca total.

La altura se midió con regla milimetrada, desde el cuello de la raíz hasta el ápice; el diámetro se midió con el uso de un calibrador digital siempre a dos cm por arriba del cuello de la raíz; para el conteo de los pares de hojas se consideró aquellas que midieron más de dos cm de ancho por tres cm de largo. La materia seca de la parte radical y de la parte aérea se determinó al final de la etapa de vivero en cinco muestras colocando cada parte en bolsas de papel y luego se llevó a la

estufa a 75°C hasta peso constante. Se determinó el área foliar mediante las medidas lineales del largo y el ancho de las hojas, con la aplicación de la siguiente fórmula (Soto, 1980):

$$AF = \{[0,64 * (L * A)] + 0,49\}$$

El análisis de los datos se realizó mediante análisis de varianza y pruebas de Tukey, en el programa estadístico *infostat* y la utilización de *Excel* 2010.

		BLOQUES		
		1	2	3
TRATAMIENTOS	1	a1b1	a4b1	a1b4
	2	a3b2	a1b3	a3b1
	3	a2b3	a3b3	a4b2
	4	a1b2	a1b4	a4b4
	5	a2b2	a4b2	a1b2
	6	a4b1	a3b1	a3b4
	7	a4b4	a2b1	a2b4
	8	a1b3	a3b2	a3b3
	9	a3b1	a2b3	a2b1
	10	a4b3	a2b2	a4b1
	11	a1b4	a3b4	a1b1
	12	a4b2	a2b4	a2b3
	13	a3b3	a4b3	a3b2
	14	a2b1	a1b1	a1b3
	15	a3b4	a4b4	a4b3
	16	a2b4	a1b2	a2b2

Figura 1. Distribución espacial de los tratamientos del diseño de bloques completamente aleatorizados.

## RESULTADOS

### Altura de las plántulas

Los valores mayores en altura se presentaron en los tratamientos T13 (fosfoestiercol + sustrato de base en funda de 12,5 x 20 cm), T5 (bocashi + sustrato de base en funda de 12,5 x 20 cm), T10 (humus de lombriz + sustrato de base en funda de 10 x 15 cm), T9 (humus de lombriz + sustrato de base en funda de 12,5 x 20 cm) con medias de 22,78, 21,99 y 20,32 y 20,20 cm respectivamente, que se diferencian significativamente con relación a los demás tratamientos (Tabla 3).

Tabla 3. Efecto de cuatro sustratos y tipos de recipientes en la altura de las plántulas de *Coffea arabica* L. c.v. Caturra a los 231 días de la etapa final de vivero.

N	Tratamiento		Cód.	Medias		Código					
	Sustrato A	Recipiente B		Cm							
13	F+A+S	F12,5 x 20 cm	a4b1	22,78	A						
5	B+A+S	F12,5 x 20 cm	a2b1	21,99	A						
10	HL+A+S	F 10 x 15 cm	a3b2	20,32	A	B					
9	HL+A+S	F12,5 x 20 cm	a3b1	20,20	A	B					
6	B+A+S	F 10 x 15 cm	a2b2	18,56		B					
14	F+A+S	F 10 x 15 cm	a4b2	17,72		B	C				
7	B+A+S	BCÓDIGO 1	a2b3	16,88			C	D			
2	S+A	F 10x15 cm	a1b2	16,23			C	D	E		
12	HL+A+S	BCÓDIGO 2	a3b4	15,97			C	D	E	F	
16	F+A+S	BCÓDIGO 2	a4b4	15,91			C	D	E	F	
11	HL+A+S	BCÓDIGO 1	a3b3	15,85			C	D	E	F	
8	B+A+S	BCÓDIGO 2.	a2b4	15,03			C	D	E	F	G
15	F+A+S	BCÓDIGO 1	a4b3	14,95				D	E	F	G
4	S+A	BCÓDIGO 2	a1b4	14,37				D	E	F	G
3	S+A	BCÓDIGO 1	a1b3	13,58					E	F	G
1	S+A	F12,5 x 20 cm	a1b1	12,35						F	G

Según la dinámica, en los primeros meses el crecimiento fue lento y uniforme en todos los tratamientos, debido a que la plántula en sus primeros estadios de vida no requiere mayor cantidad de nutrientes ya que no tiene desarrollados completamente sus órganos. Mientras que a partir de los 172 días en adelante se observó el efecto de cada uno de los sustratos y el tipo de recipiente utilizado en el indicador altura de las plántulas. En este caso el T13 es el que más creció y el que menos creció fue el T1 (Figura 2).

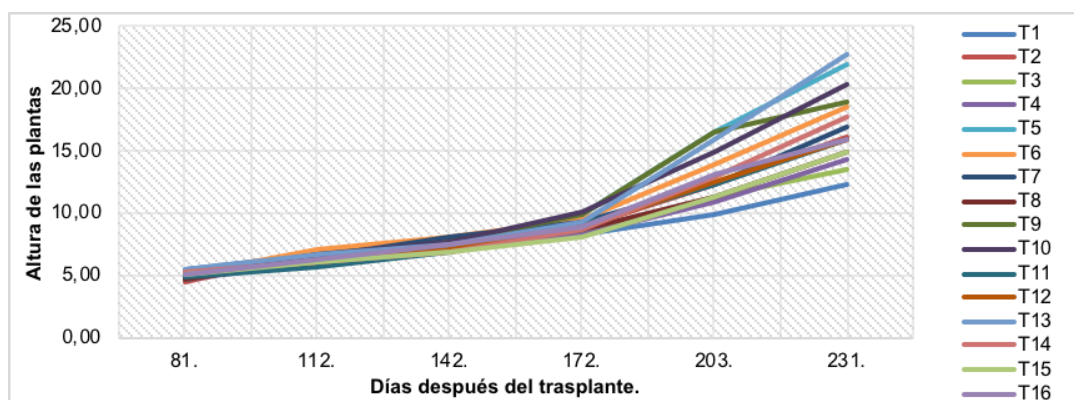


Figura 2. Dinámica de crecimiento de las plántulas de *Coffea arabica* L. c.v. Caturra evaluadas durante 150 días después del trasplante.

### Diámetro del tallo

Existe interacción entre los factores (tipo de sustrato y tipo de recipiente) en el crecimiento de las plántulas, se presenta gran variabilidad entre los tratamientos; registrando el mayor diámetro del tallo en el tratamiento T5, con una media de 3,86 mm, seguido del tratamiento T13, con una media de 3,71 mm. Los tratamientos que presentaron menores diámetros fueron: T4, T2, T3 y T1, los que se emplearon sustrato de base y en el recipiente más pequeño, presentado una media entre 2,54, a 2,82 mm respectivamente.

Tabla 4. Efecto de los sustratos y recipientes en el diámetro del tallo de las plántulas *Coffea arabica* L. c.v. Caturra a los 231 días de la etapa final de vivero

N	Tratamiento		Código	Medias		Código
	Sustrato A	Recipiente B		mm		
5	B+A+S	F 12,5 x 20 cm	a2b1	3,86	A	
13	F+A+S	F 12,5 x 20 cm	a4b1	3,71	A	B
9	HL+A+S	F 12,5 x 20 cm	a3b1	3,36		B C
11	HL+A+S	BCÓDIGO 1	a3b3	3,28		B C D
12	HL+A+S	BCÓDIGO 2	a3b4	3,28		B C D
10	HL+A+S	F 10 x 15 cm	a3b2	3,25		B C D E
14	F+A+S	F 10 x 15 cm	a4b2	3,25		B C D E
7	B+A+S	BCÓDIGO 1	a2b3	3,09		C D E F
6	B+A+S	F 10 x 15 cm	a2b2	3,07		C D E F
8	B+A+S	BCÓDIGO 2	a2b4	3,02		C D E F
15	F+A+S	BCÓDIGO 1	a4b3	2,98		C D E F G
16	F+A+S	BCÓDIGO 2	a4b4	2,95		C D E F G
4	S+A	BCÓDIGO 2	a1b4	2,82		D E F G
2	S+A	F 10 x 15 cm	a1b2	2,80		E F G
3	S+A	BCÓDIGO 1	a1b3	2,64		F G
1	S+A	F 12,5 x 20 cm	a1b1	2,54		G

En la dinámica de crecimiento del diámetro del tallo presentó un comportamiento similar al crecimiento en altura (Figura 3).

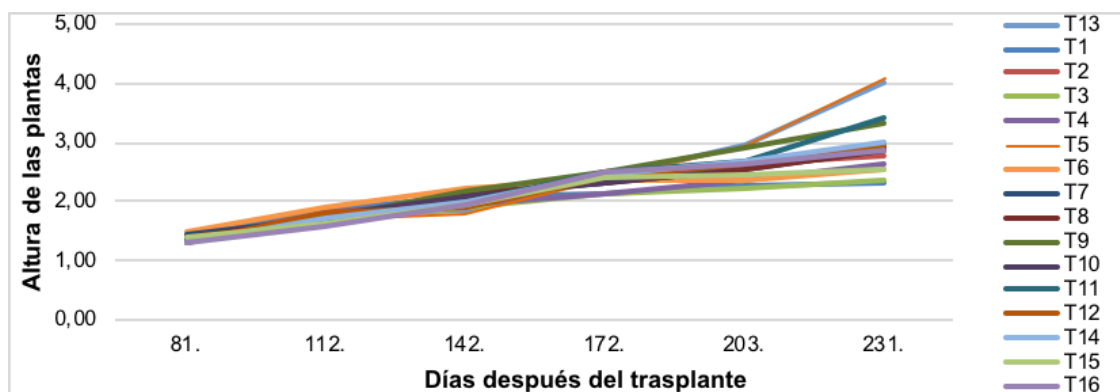


Figura 3. Dinámica de crecimiento del diámetro del tallo de las plántulas de *Coffea arabica* L. c.v. Caturra evaluadas durante 150 días después del trasplante.

### Número de pares de hojas

Con relación al indicador número de pares de hojas respecto al efecto de los sustratos y el tipo de recipiente, se determinó que el tratamiento T5, presentó mayor número de pares de hojas, registrándose una media de 6,87 pares de hojas. A diferencia de los demás tratamientos que entre ellos no difieren estadísticamente entre sí; registrando el tratamiento T1 con el menor número de pares de hojas con una media de 5,60 pares de hojas (Tabla 5).

Tabla 5. Efecto de los sustratos y recipientes en cuanto al número de pares de hojas en las plántulas de *Coffea arabica* L. c.v. Caturra a los 231 días de la etapa final de vivero.

N	Tratamiento		Código	Medias Hojas	Código
	Sustrato. A	Recipiente. B			
5	B+A+S	F12,5 x 20 cm	a2b1	6,87	A
13	B+A+S	F12,5 x 20 cm	a2b1	6,33	B
10	HL+A+S	F 10 x 15 cm	a3b2	6,27	B
9	HL+A+S	F12,5 x 20 cm	a3b1	6,20	B
12	HL+A+S	BCÓDIGO 2	a3b4	6,13	B
6	B+A+S	F 10 x 15 cm	a2b2	6,07	B C
15	F+A+S	BCÓDIGO 1	a4b3	6,07	B C
3	S+A	BCÓDIGO 1	a1b3	6,07	B C
14	F+A+S	F 10 x 15 cm	a4b2	6,07	B C
16	F+A+S	BCÓDIGO 2	a4b4	6,07	B C
7	B+A+S	BCÓDIGO 1	a2b3	6,00	B C
8	B+A+S	BCÓDIGO 2	a2b4	6,00	B C
2	S+A	BCÓDIGO 2	a1b4	5,93	B C
4	S+A	BCÓDIGO 2	a1b4	5,93	B C
11	HL+A+S	BCÓDIGO 1	a3b3	5,87	B C
1	S+A	F12,5 x 20 cm	a1b1	5,60	C

### Área Foliar

Existió interacción entre los sustratos y tipos de recipientes en el crecimiento del área foliar (Tabla 6), con diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

Tabla 6. Análisis de la interacción entre los factores A=sustratos y B=recipientes para el indicador área foliar de plántulas de *Coffea arabica* L. c.v. Caturra, a los 231 días después de la emergencia.

Los mejores resultados se presentaron en T5, T9 y T13, con medias de: 346,42, 303,22 y

Fuentes de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	845302,07	15	56353,47	38,27	<0,0001
Sustrato	262222,07	3	87407,36	59,35	<0,0001
Recipiente	396438,51	3	132146,17	89,73	<0,0001
Sustrato*Recipiente	186641,49	9	20737,94	14,08	<0,0001

251,63 cm<sup>2</sup> respectivamente. Los tratamientos que demostraron menor crecimiento foliar fueron T3, T4 y T16 (Tabla 7).



Tabla 7. Efecto de los sustratos y tipos de recipientes en relación a la estimación del área foliar de las plántulas de *Coffea arabica* L. c.v. Caturra a los 231 días de la etapa final de vivero

N	Tratamiento		Código	Medias Cm <sup>2</sup>	Código
	Sustrat. A	Recip. B			
5	B+A+S	F 12,5 x 20 cm	a2b1	346,42	A
9	HL+A+S	F 12,5 x 20 cm	a3b1	303,22	A
13	F+A+S	F 12,5 x 20 cm	a4b1	251,64	B
10	HL+A+S	F 10 x 15 cm	a3b2	217,11	B C
11	HL+A+S	BCÓDIGO 1	a3b3	215,52	B C
6	B+A+S	F 10 x 15 cm	a2b2	208,53	B C
12	HL+A+S	BCÓDIGO 2	a3b4	200,59	C D
14	F+A+S	F 10 x 15 cm	a4b2	193,91	C D E
15	F+A+S	BCÓDIGO 1	a4b3	159,21	D E F
7	B+A+S	BCÓDIGO 1	a2b3	159,04	D E F
2	S+A	F 10 x 15 cm	a1b2	153,07	D E F
8	B+A+S	BCÓDIGO 2	a2b4	149,38	E F
1	S+A	F 12,5 x 20 cm	a1b1	147,95	E F
3	S+A	BCÓDIGO 1	a1b3	143,87	F
4	S+A	BCÓDIGO 2	a2b4	142,66	F
16	F+A+S	BCÓDIGO 2	a4b4	136,66	F

### Materia seca de raíces.

Los tratamientos que tuvieron mayor peso en materia seca fueron T5, T9, T13 con medias de 1,32, 1,12, 1,06 g respectivamente presentando diferencias significativas frente a los demás. Mientras que los menores pesos se registraron en los tratamientos T4 (sustrato base en bandeja cód. 2) y T1 (sustrato base en funda de polietileno de 12,5 x 20 cm), con medias de 0,58 g y 0,49 g respectivamente (Tabla 8).

Tabla 8. Efecto de los sustratos y recipientes en relación al materia seca de raíces de las plántulas *Coffea arabica* L. c.v. Caturra a los 231 días de la etapa final de vivero.

N	Tratamiento		Código	Medias gr.	Código
	Sustrat. A	Recip. B			
5	B+A+S	F 12,5 x 20 cm	a2b1	1,32	A
9	HL+A+S	F 12,5 x 20 cm	a3b1	1,12	A B
13	B+A+S	F 12,5 x 20 cm	a2b1	1,06	A B C
14	F+A+S	F 10 x 15 cm	a4b2	0,86	B C D
11	HL+A+S	BCÓDIGO 1	a3b3	0,86	B C D
12	HL+A+S	BCÓDIGO 1	a3b3	0,85	B C D
8	B+A+S	BCÓDIGO 2	a2b4	0,84	B C D
6	B+A+S	F 10 x 15 cm	a2b2	0,84	B C D
16	F+A+S	BCÓDIGO 2	a4b4	0,8	C D
15	F+A+S	BCÓDIGO 1	a4b3	0,8	C D
10	HL+A+S	F 10 x 15 cm	a3b2	0,68	D E
7	B+A+S	BCÓDIGO 1	a2b3	0,66	D E
2	S+A	F 10 x 15 cm	a1b2	0,61	D E
3	S+A	BCÓDIGO 1	a2b3	0,61	D E
4	S+A	BCÓDIGO 2	a1b4	0,58	D E
1	S+A	F 12,5 x 20 cm	a1b1	0,49	E

### Materia seca de la parte aérea.

Con relación a esta variable se determinó que existió diferencia significativa entre los tratamientos. El tratamiento que tuvo mayor materia seca fue el T5 con una media de 3,59 g, mientras que los demás tratamientos no difieren estadísticamente entre sí, a diferencia del tratamiento T1 que presentó el menor peso con una media de 1,19 g (Tabla 9).

Tabla 9. Efecto de los sustratos y tipos de recipientes en relación a la materia seca de la parte aérea de las plántulas *Coffea arabica* L. c.v. Caturra a los 231 días de la etapa final de vivero.

N	Tratamiento		Código	Medias gr.	Código			
	Sustrat. A	Recip. B						
5	B+A+S	F 12,5 x 20 cm	a2b1	3,59	A			
13	F+A+S	F 12,5 x 20 cm	a4b1	2,70	B			
9	HL+A+S	F 12,5 x 20 cm	a3b1	2,68	B			
10	HL+A+S	F 10 x 15 cm	a3b2	2,39	B		C	
14	F+A+S	F 10 x 15 cm	a4b2	2,16	B		C D	
8	B+A+S	BCÓDIGO 2.	a2b4	2,05	B		C D E	
6	B+A+S	F 10 x 15 cm	a2b2	2,03	B		C D E	
4	S+A	BCÓDIGO 2	a2b4	1,99	B		C D E	
12	HL+A+S	BCÓDIGO 2	a3b4	1,99	B		C D E	
11	HL+A+S	BCÓDIGO 1	a3b3	1,89			C D E	
7	B+A+S	BCÓDIGO 1	a2b3	1,85			C D E F	
15	F+A+S	BCÓDIGO 1	a4b3	1,78			C D E F	
16	F+A+S	BCÓDIGO 2	a4b4	1,67			D E F	
2	S+A	F 10 x 15 cm	a1b2	1,59			D E F	
3	S+A	BCÓDIGO 1	a1b3	1,43			E F	
1	S+A	F 12,5 x 20 cm	a1b1	1,19			F	

### Materia seca total de las plántulas de café.

En la Figura 4 se puede apreciar que el tratamiento T5 presentó los valores mayores en cuanto a materia seca total de las plántulas, mostrando correspondencia con las materia seca de sus partes aérea y radical; los tratamientos T1, T2 y T3 presentaron los menores pesos de materia seca.

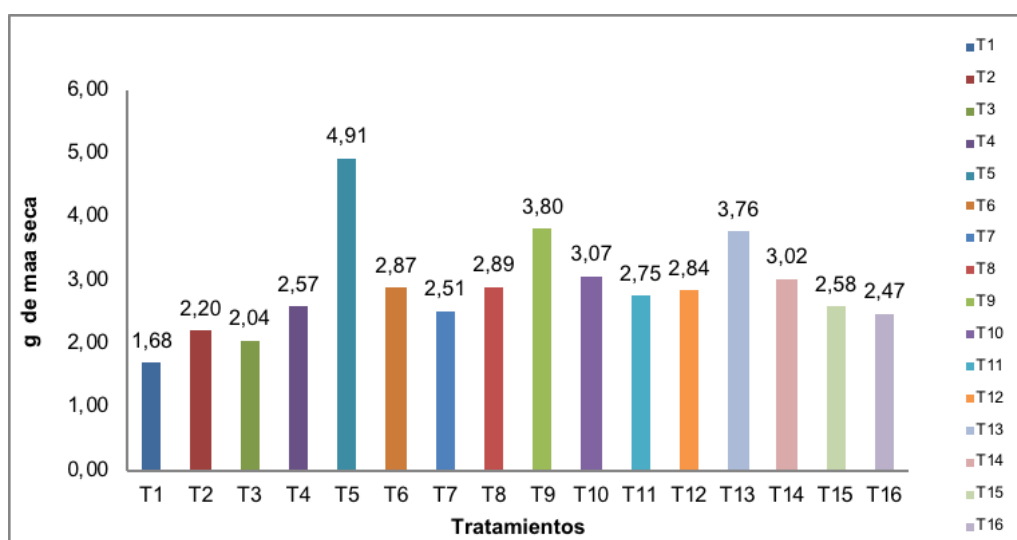


Figura 4. Materia seca total de las plántulas de *Coffea arabica* L. c.v. Caturra a los 231 días de la etapa final de vivero.

En cuanto a la relación materia seca de parte aérea y parte radical se observó un comportamiento similar en todos los tratamientos, lo que ratifica que el efecto se produce en la materia seca total como la suma de la parte aérea y la parte radical (Figura 5).

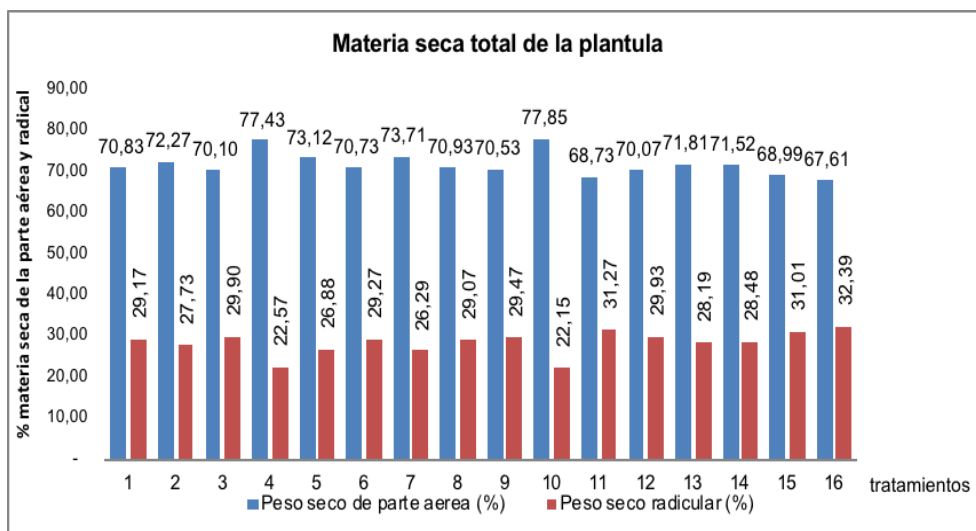


Figura 5. Porcentajes del materia seca de la parte aérea y parte radical de plántulas de *Coffea arabica* L. c.v. Caturra a los 231 días de la etapa final de vivero.

## DISCUSIÓN

El efecto de la utilización de abonos orgánicos en la producción de plántulas es muy favorable en cuanto al crecimiento del caféto (Castellón *et al.*, 2000 y Romero *et al.*, 2000); además se observó que los diferentes tratamiento generaron comportamientos diferentes en todas sus variables, al igual que lo informó Julca *et al.* (2000). Los mejores resultados de los diferentes tipos de sustratos utilizados en el crecimiento de las plántulas de café en condiciones de vivero se presentaron en los tratamientos T5 (bocashi 40 %), T9 (humus de lombriz 25 %) y T13 (fosfoestiercol 20 %).

El porcentaje de bocashi, humus y fosfoestiercol aplicado favoreció muy bien al crecimiento tanto radicular como aéreo de las plántulas de caféto, se determinó que el bocashi fue el mejor sustrato evaluado, debido a la mayor cantidad de abono aplicado a la mezcla, lo cual favoreció la obtención de plántulas de mejor calidad en todas las variables evaluadas, seguido el humus de lombriz y el fosfoestiercol en proporciones más pequeñas. Todos estos tratamiento en las fundas (12,5 x 20 cm) debido a que estas le prestaron el suficiente espacio para el crecimiento radicular; además, dispusieron de la cantidad adecuada de sustrato para conservar la humedad y con ello la disponibilidad de nutrientes.

Con relación a la primera variable evaluada altura de las plántulas, González (2001) determinó la comparación del cono macetero y la bolsa de polietileno, utilizando al musgo húmedo como sustrato, se registró: 14,7 en cono macetero y en bolsa 14,6 cm. Intriago (2012) probó el efecto de diferentes tipos y volúmenes de sustratos en el crecimiento vegetativo de plántulas de café arábigo a nivel de vivero, demostrando que el sustrato a base de suelo natural en las bandejas 300 cm<sup>3</sup>; convirtiéndose en una nueva tecnología para lograr un mejor crecimiento de la plántula. Por su

parte Blandón (2008), evaluó a los 120 días, utilizando 30 % de humus de lombriz en bolsas y registró una altura de 7,5 cm.

En las bandejas se obtuvo resultados más bajos con relación a las fundas; registrándose en la bandeja de 490 cm<sup>3</sup> (T7) a base de bocashi + arena + suelo, con una media de 16,88 cm<sup>3</sup>. Esto quiere decir que a mayor tamaño del recipiente mejor será la calidad de la plántula, ya que existe mayor disponibilidad de nutrientes disponibles para la plántula y además se puede mantener mayor tiempo en la fase de vivero. Y así mismo afirma Arizaleta y Pire (2008), que en las bolsas de mayor tamaño permiten el mejor crecimiento sostenido de la planta durante los seis meses en el vivero y que pequeñas dosis del fertilizante pueden ser suficientes para llevar a las plántulas a buen término previo a su establecimiento en campo.

Por otra parte al establecer la variable diámetro del tallo de las plántulas de café, se determinó que está en relación directa con la altura de las plantas, mientras mayor altura tenga mayor será su diámetro; donde los mejores resultados se observaron en los tratamientos T5 y T13 a base de bocashi y fosfoestiercol en fundas de 745 cm<sup>3</sup>, con una media de 3,86 y 3,71 mm de diámetro. González (2001) en su investigación “comparación entre la bolsas y maceteros”, utilizando musgo húmedo como sustrato, a los 6,5 meses de evaluación, determinó diámetros no mayores a 2,7 mm, esto se dio por la falta de nutrientes disponibles en los sustratos.

Con relación al número de pares de hojas en las plántulas de cafeto, Blandón (2008), informó que con la aplicación de 30 % de humus de lombriz al final del experimento obtuvo 4,6 pares de hojas a los 120 días. Mientras que en la investigación el número de pares de hojas fue mayor a 6 pares hasta los 6 meses de evaluación, así como manifiesta Arcila *et al.*, (2007, un par de hojas o nudo se origina en promedio cada 25 o 30 días y en un año se forman alrededor de 12 a 14 pares de ramas primarias pero está en relación con el buen suministro de energía solar, agua y la disponibilidad de nutrientes para el desarrollo de las plántulas.

En lo que se refiere a la variable materia seca de la parte radical, se determinó que los pesos más altos se observaron en los tratamientos T5 y T9 a base de bocashi y humus de lombriz en funda de 745 cm<sup>3</sup>, con una media de 1,32 y 1,12 g en peso seco y el menor está en los dos tamaños de las bandejas; por lo cual nuevamente se afirma que la materia seca radical está en relación directa con el tamaño del recipiente. Mientras Salamanca *et al.*, (2008), superó este rango mediante la aplicación de 25 % de humus de lombriz, registrando pesos entre 1,8 y 1,5 g de materia seca a los 7 meses de evaluación.

Ávila *et al.*, (2010), manifiestan que la aplicación de abonos orgánicos ayuda sobre el crecimiento y desarrollo de las plántulas. Al igual que Blandón (2010), con la aplicación del 30 % de humus de lombriz obtuvo cantidades de biomateria seca de 3,90 g. Mientras que en el presente experimento los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos T5, T13 y T9 tanto en materia seca como fresco del área foliar; los mismo que fueron a base de bocashi (40 %), fosfoestiercol (20 %), humus de lombriz (25 %), en funda de 12,5 x 20 cm (745 cm<sup>3</sup>), con una media entre 3,59, 2,70 y 2,68 g de materia seca respectivamente. Mientras que sin la aplicación de abonos orgánicos los resultados son inferiores a los anteriormente mencionados con una media entre 1,59 a 1,19 g de materia seca, como en el caso de los tratamientos T4, T3 y T1 a base de sustrato de base.

En relación al área foliar, se determinó que el efecto de los sustratos y tipos de recipientes influyeron en el crecimiento del área foliar, por lo que se observó que este indicador está en relación directa con la disponibilidad de nutrientes en los sustratos utilizados. Los mejores resultados

se obtuvieron en los tratamientos T5, T9 y T13, los mismos que fueron a base de bocashi (40 %), humus de lombriz (25 %) y fosfoestiercol (20 %), en funda de 12,5 x 20 cm, con una media entre 346,42, 303,22 y 251,64 cm<sup>2</sup>. Mientras que en las bandejas se registraron niveles más bajos en cuanto al área foliar. Salinas y Saritama (2013), obtuvieron 536,6; 438,7 cm<sup>2</sup>, aplicando diferentes coberturas de sombra y utilizando sustratos a base de humus de lombriz, evaluando a los seis meses. Mientras que Blandón (2008), reportó el área foliar de 120 cm<sup>2</sup>, después de 120 días de trasplante utilizando 30 % de humus de lombriz.

## CONCLUSIONES

Los mejores resultados en crecimiento de las plántulas de cafeto se registraron en los tratamientos T5 (bocashi 40 %), T9 (humus de lombriz 25 %) y T13 (fosfoestiercol 20 %), todos en funda de 12,5 x 20 cm (745 cm<sup>3</sup>), ya que presentaron valores mayores en las medidas principales de crecimiento: área foliar y materia seca.

El recipiente que brindó las mejores condiciones para el crecimiento de las plántulas de cafeto fue la funda de polietileno de 12,5 x 20 cm, con un volumen de 745 cm<sup>3</sup>.

## Contribución de autores

Max Encalada C.; Paulina Fernández G.; Nohemi Jumbo B.: Elaboración de proyecto, análisis de datos y redacción final del artículo. Antonio Alejo P., Luis Reyes C.: Apoyo en la implementación del experimento y la recolección de datos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alves, J. y Guimarães, R. (2010). *Sintomas de desordenes fisiológicas em cafeeiro*. UFLA (Universidad Federal de Lavras), 169-215.
- Arcila P., Farfán V., Moreno B., Salazar G., Hincapié, G. (2007 a). *Sistemas de producción de café en Colombia*. Cap. 4 Establecimiento del Cafetal. Chinchiná, CENICAFÉ, 309
- Arizaleta, M. & Pire R. (2008). Respuesta de plántulas de cafeto al tamaño de la bolsa y fertilización con nitrógeno y fósforo en vivero. *Agrociencia* v.42 n.1. Versión impresa ISSN 1405-3195. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952008000100006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952008000100006) (Consultado mayo 15, 2014).
- Ávila R., Sadeghian K., Sánchez A. Castro F. (2010). *Respuesta del café al fósforo y abonos orgánicos en la etapa de almácigo*. CENICAFÉ: 12 p. (En línea) URL: [http://www.cenicafe.org/es/publications/arc061\(04\)358-369.pdf](http://www.cenicafe.org/es/publications/arc061(04)358-369.pdf) (Consultado en enero 20, 2014)
- BanEcuador. (2016). *BanEcuador te hace crecer*. Recuperado el 25 de Marzo de 2018, de <https://www.banecuador.fin.ec/noticias-banecuador/boletines-de-prensa/loja-apuesta-fuerte-al-cultivo-cafe/>
- Blandón J. (2008). *Producción de almácigos de café en tubetes en tres sustratos y tres tipos de fertilización*. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria: Zamorano. Honduras. 26 p. Disponible en URL: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/849/1/T2552.pdf> (Consultado enero 20, 2014)

- Castellón J., Muschler R., & Jiménez F. (2000). Abonos orgánicos: efecto de sombra en almácigos de café. *Revista Agroforestería de las Américas* Vol.7 N°26 2000. Disponible en URL: <http://web.catie.ac.cr/informacion/rafa/rev26/arti8-b.htm#Resultados> (Consultado enero 20, 2014)
- COFENAC (Consejo Cafetalero Nacional). (2011 a). *El sector cafetalero ecuatoriano. Diagnóstico*. Portoviejo, Ecuador. 53p. Disponible en URL: <http://www.cofenac.org/wp-content/uploads/2010/09/Diagn%C3%B3stico-Sector-Caf%C3%A9-Ecu2011.pdf> (Consultado en enero 15, 2014).
- COFENAC (Consejo Cafetalero Nacional). (2011 b). *División Técnica; Informe técnico 2010*. 89 p. Disponible en URL: [http://www.cofenac.org/wp-content/uploads/2010/09/Informe\\_DT-2010\\_COFENAC.pdf](http://www.cofenac.org/wp-content/uploads/2010/09/Informe_DT-2010_COFENAC.pdf) (Consultado en abril 5, 2014)
- FAPECAFES, 2009. *Café Orgánico, Café Árabe con Enfoque Agroecológico*. Primera edición, PRODEL. Loja – Ecu, 57.
- González D. (2001). *Comparación entre la bolsa y el "cono macetero" o "tubete" en la producción de plantas de café*. Guatemala. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, El Zamorano. Honduras. 30 p. Disponible en URL: <http://es.scribd.com/doc/68743389/Bolsa-vs-Tubete-en-Cafe#download> (Consultado enero 15, 2014).
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). (1993). *Manual del cultivo de café*. Estación Experimental Pichilingue, 49-51.
- Intriago, L. (2012). *Efectos de diferentes tipos y volúmenes de sustratos en el desarrollo vegetativo de plántulas de café arábigo a nivel de vivero*. Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí. Manabí – Ecuador. 89 p. Disponible en: <http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/3420/1/EFFECTOS%20DE%20DIFERENTES%20TIPOS%20Y%20VOLUMENES%20DE%20SUBSTRATOS%20EN%20EL%20DESARROLLO%20VEGETATIVO%20DE%20PLANTULAS%20DE%20CAFE%20ARABIGO%20A%20NIVEL%20DE%20VIVERO.pdf> (Consultado mayo 02, 2014).
- Iñiguez, A. (2010). *Evaluar la aplicación de cinco tipos de abonos orgánicos en el rendimiento de fréjol phaseolus vulgaris l. en la Comuna Collana Catacocha*. Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional de Loja. Loja – Ecuador, 151.
- Julca, A., Solano, W. y Crespo, R. (2002). *Crecimiento de "Coffea arabica" variedad Caturra amarillo en almácigos con sustratos orgánicos en Chanchamayo, selva central de Perú*. Investigación agraria, producción y protección vegetales, vol.17, no.3, pp.353-366, ISSN 0213-5000.
- MINAG (Ministerio de la Agricultura de Cuba). (2013). *Instructivo técnico, café arábigo*. Cuba, 137.
- Monteros G, A. (2017). *sipa.agricultura.gob.ec*. Recuperado el 24 de marzo de 2018, de [http://sipa.agricultura.gob.ec/pdf/estudios\\_agroeconomicos/rendimiento\\_cafe\\_grano\\_seco2017.pdf](http://sipa.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_cafe_grano_seco2017.pdf).
- ICO (Organización Internacional del Café). (2007). *Historia del café*. Disponible en URL: [http://www.ico.org/ES/coffee\\_storyc.asp](http://www.ico.org/ES/coffee_storyc.asp) (Consultado abril de 10, 2014).
- (ICO) (Organización Internacional del Café). (2016). *Informe del mercado del café*, febrero 2016. en <http://www.ico.org/documents/cy2015-16/cmr-0216-c.pdf>

- Romero A., Jiménez F. & Muschler R. (2000). Crecimiento de almácigo de café con abono tipo bocashi y follaje verde de *Erythrina poeppigiana*. *Agroforestería de las Américas*, 37- 39.
- Salamanca J. & Sadeghian K. (2008). *Almácigos de café con distintas porciones de lombrínaza en suelos con diferentes contenidos de materia orgánica*. CENICAFE 59. 12 p. Disponible en URL: [http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/217/1/arc059\(02\)91-102.pdf](http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/217/1/arc059(02)91-102.pdf) (Consultado mayo 15, 2014).
- Salinas, B. & Saritama, S. (2013). *Influencia de la sombra y época de siembra en la dinámica de crecimiento del café en vivero, en Yantzaza y Chaguarpamba*. Universidad Nacional de Loja, Carrera de Ingeniería Agronómica. Tesis de Grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo. Loja – Ecuador. 98.
- Soto, F. (1980). Estimación del área foliar en *C. arábica* L. a partir de las medidas lineales de las hojas. *Cultivos tropicales*. Vol. 2, No. 3, 115-128
- Telégrafo, D. e. (2017). *Las exportaciones de café bajan 17% en siete meses. El cambio climático y las plagas afectan a los cultivos a nivel mundial*.