



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES

RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y
TIPOS DE RECIPIENTE EN EL
CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE
CAFÉ ARÁBIGO, EN CONDICIONES
DE VIVERO.**

*Trabajo de investigación previo a la
obtención del Título de Ingeniero Agrónomo.*

AUTORES: Antonio Javier Alejo Palacios

Luis Reinaldo Reyes Calva

DIRECTOR:

Ing. Max Enrique Encalada Córdova, Mg. Sc.

LOJA - ECUADOR

2014

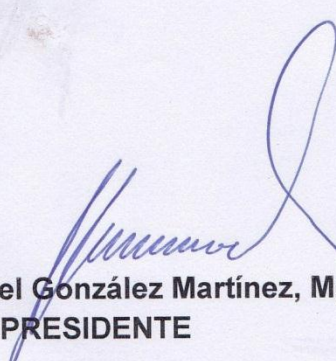


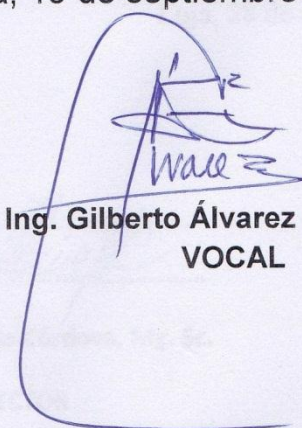
LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

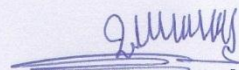
CERTIFICAMOS:

Los que al pie firmamos, Miembros del Tribunal de Grado, CERTIFICAMOS que los señores **ANTONIO JAVIER ALEJO PALACIOS Y LUIS REINALDO REYES CALVA**, Egresados de la Carrera Ingeniería Agronómica, han incorporado, todas las correcciones y recomendaciones en su tesis titulada **"EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y TIPOS DE RECIPIENTES EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE CAFÉ ARÁBIGO, EN CONDICIONES DE VIVERO"**, por lo tanto autorizamos su publicación, difusión y puedan continuar con los trámites de graduación.

LO CERTIFICAMOS
Loja, 19 de septiembre del 2014


Ing. Manuel González Martínez, Mg. Sc.
PRESIDENTE


Ing. Gilberto Álvarez Cajas
VOCAL


Ing. Zoila Zaruma Hidalgo, Mg. Sc.
Vocal

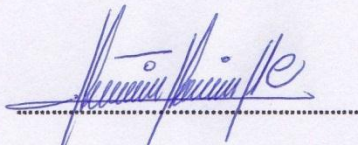
CERTIFICACIÓN

Ing. Max Encalada Córdova, Mg. Sc.
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Que los señores egresados de la Carrera de Ingeniería Agronómica, **ANTONIO JAVIER ALEJO PALACIOS Y LUIS REINALDO REYES CALVA**, han ejecutado bajo mi dirección el presente trabajo de tesis titulado: “**EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y TIPOS DE RECIPIENTE EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE CAFÉ ARÁBIGO, EN CONDICIONES DE VIVERO**”, previa a la obtención del título de Ingenieros Agrónomos, la misma que cumple con la reglamentación de Ley exigidas por el Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, por lo que autorizo su publicación y continuar con los trámites legales de graduación.

Loja, 28 de febrero de 2014



Ing. Max Encalada Córdova, Mg. Sc.

DIRECTOR

AUTORÍA

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LA AUTORA, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN

ANTONIO JAVIER ALEJO PALACIOS Y LUIS REINALDO REYES

CALVA, declaramos ser autores del presente trabajo de tesis y exigimos expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente aceptamos y autorizamos a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de nuestra tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los 19 días del mes de septiembre del año dos mil catorce, firman los autores.

Loja, 19 de septiembre del 2014

Antonio Javier Alejo Palacios

Luis Reinaldo Reyes Calva

1105101107

1104997257

Correo electrónico: antoniojavier72@hotmail.com, luisr.c@hotmail.com

Celular: 0989796102

0981120092

DATOS COMPLEMENTARIOS

.....
Antonio Javier Alejo Palacios

.....
Luis Reinaldo Reyes Calva

Antonio Javier Alejo Palacios

Luis Reinaldo Reyes Calva

Tribu. **1105101107**

1104997257

Presidente del Tribunal: Ing. Manuel Gutiérrez Martínez, Mg. Sc.

Miembro del Tribunal: Ing. Gilberto Álvarez Cajas

Miembro del Tribunal: Ing. Zoila Zaruma Hidalgo, Mg. Sc.

AGRADECIMIENTO

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LA AUTORA, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Nosotros **ANTONIO JAVIER ALEJO PALACIOS Y LUIS REINALDO REYES CALVA**, declararamos ser autores de la tesis titulada **“EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y TIPOS DE RECIPIENTE EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE CAFÉ ARÁBIGO, EN CONDICIONES DE VIVERO”**, requisito para optar el grado de Ingenieros Agrónomos, autorizamos al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior con los cuales tenga convenio la Universidad.

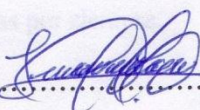
La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los 19 días del mes de septiembre del año dos mil catorce, firman los autores.

.....


Antonio Javier Alejo Palacios

1105101107

.....


Luis Reinaldo Reyes Calva

1104997257

Correo electrónico: antoniojavier728@hotmail.com louisr.c@hotmail.com

Celular: 0989796102 0967125092

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de tesis: Ing. Max Encalada Córdova, Mg. Sc.

Tribunal de Grado:

Presidente del Tribunal: Ing. Manuel González Martínez, Mg. Sc.

Miembro del Tribunal: Ing. Gilberto Alvarez Cajas.

Miembro del Tribunal: Ing. Zoila Zaruma Hidalgo, Mg. Sc.

AGRADECIMIENTO

Los autores del presente trabajo dejamos constancia de nuestro profundo agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja, al Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, a todos y cada uno de los catedráticos de la Carrera de Ingeniería Agronómica por el esfuerzo y apoyo prestado para impartir sus conocimientos y habilidades, quienes contribuyeron a nuestra formación profesional, así como también a los amigos, compañeros y familiares quienes nos brindaron su apoyo incondicional.

A la vida, que nos ha llevado paso a paso por el camino del aprendizaje constante, brindándonos la oportunidad de conocer personas y lugares maravillosos que han contribuido con nuestra formación integral.

De manera especial queremos expresar nuestro sentimiento de gratitud y estima al Ing. Max Encalada Córdova, Director de Tesis, quien con interés y responsabilidad nos condujo durante todo el proceso de ejecución del presente trabajo investigativo. Así como también a los señores miembros del tribunal de calificación de Tesis por sus aportes y sugerencias, a todas mil gracias por siempre.

Antonio J. Alejo Palacios

Luis R. Reyes Calva

DEDICATORIA

La vida es un constante caminar que se hace sencillo cuando se cuenta con la compañía de seres extraordinarios que brindan lo mejor en cada instante; en mi vida, he tenido el privilegio de contar con muchos de ellos; Dios, el mejor de mis amigos, la luz que ilumina mi camino en momentos de oscuridad y la fuerza que me hace continuar en la construcción de mis sueños; mis padres Rosa Palacios Y Javier Alejo, quienes con su ejemplo, esfuerzo, dedicación, amor y ternura me enseñan el verdadero significado de la vida y me muestran que los esfuerzos tienen siempre mayores recompensas; mis hermanos, mis sobrino y mis sobrinas, quienes representan la compañía y alegría en mi vida; y, mis amigos y compañeros que han estado junto a mí en momentos de alegría y dificultad.

Son todos estos seres quienes merecen mi reconocimiento y gratitud por ser apoyo para el logro de este sueño.

Antonio J. Alejo Palacios

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres Cruz Calva y Fernando Reyes, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mis hermanos; Paulina, Pablo, Gregorio y Ladio y a mis hermanos que se encuentran fuera del país; Adrian, Juan, Zoilo, Modesto, Fernando, gracias por su apoyo incondicional ya que sin su apoyo no habría podido alcanzar mis metas, a todos mis sobrinos (as), y a todos mis amigos (as), gracias por brindarme su apoyo y comprensión.

Luis R. Reyes Calva

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN.....	iii
AUTORÍA.....	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	ix
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE APÉNDICES.....	xv
RESUMEN.....	xvi
SUMARY.....	xvii

ÍNDICE DE CONTENIDOS		Nº
I. INTRODUCCIÓN.....		1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....		4
2.1. ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE CAFETO.....		4
2.1.1. EL CULTIVO DE CAFÉ EN EL MUNDO.....		4
2.1.2. EL CULTIVO DE CAFÉ EN EL ECUADOR.....		5
2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....		7
2.3. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL CAFETO.....		7
2.4. MANEJO DEL CULTIVO DE CAFÉ EN CONDICIONES DE VIVERO.....		10
2.4.1. Establecimiento de vivero.....		10
<u>2.4.1.1. Criterios de selección de la planta madre.....</u>		10
<u>2.4.1.2. Proceso de selección y preparación de la semilla.....</u>		10
<u>2.4.1.3. Construcción y siembra en el Germinador.....</u>		11
<u>2.4.1.4. Germinación de la semilla.....</u>		11
<u>2.4.1.5. Diseño y construcción del vivero.....</u>		12
<u>2.4.1.6. Llenado y arreglo de recipientes.....</u>		12
<u>2.4.1.7. Selección y trasplante de las chapolas a los recipientes.....</u>		13
<u>2.4.1.8. Manejo agronómico del vivero de café.....</u>		13
2.5. RECIPIENTES.....		14
2.7.1. Bolsas de polietileno.....		14
2.7.2. Bandejas de polietileno.....		16
2.6. SUSTRATOS PARA LA PROPAGACIÓN DE CAFÉ EN VIVERO.....		17
2.6.1. Suelos.....		17
2.6.2. Cascarilla de arroz.....		18
2.6.3. EL bocashi.....		18
2.6.4. El humus de lombriz.....		20
2.6.5. Fosfoestiércol.....		22
2.7. ECOFISIOLOGÍA DEL CAFÉ.....		23
2.9.1. Crecimiento y desarrollo del café.....		23
2.9.2. Influencia de los factores climáticos.....		24
2.8. NUTRICIÓN DEL CAFÉ.....		25
2.9. ELEMENTOS ESENCIALES PARA EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CULTIVO DE CAFÉ.....		26
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....		29
3.1. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO.....		29
3.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA.....		29
3.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....		29
3.1.3. UBICACIÓN ECOLÓGICA.....		29
3.2. MATERIALES.....		30
3.2.1. Material de campo.....		30
3.2.2. Materiales de oficina y equipos de laboratorio.....		30
3.3. METODOLOGÍA GENERAL.....		30
3.3.1. Construcción y siembra en el germinador.....		30
3.3.2. Variables a evaluar en el germinador.....		31
3.3.3. Preparación de sustratos.....		31
3.3.3.1. <u>Preparación de sustrato a base de bocashi.....</u>		31

3.3.3.2. <u>Preparación de sustrato a base de humus de lombriz.</u>	32
3.3.3.3. <u>Preparación de sustrato a base de fosfoestiércol</u>	32
3.3.3.4. <u>Preparación de sustrato a base de suelo agrícola</u>	32
3.3.4. Llenado de fundas de polietileno.....	33
3.3.5. Llenado de bandejas de polietileno.....	33
3.3.6. Trasplante del semillero a los recipientes.....	34
3.3.7. Diseño experimental.....	34
3.3.7.1. <u>Factores y niveles a estudiar</u>	35
3.3.7.2. <u>Descripción del tratamiento</u>	35
3.3.7.3. <u>Croquis del diseño experimental</u>	37
3.3.7.4. <u>Croquis de la unidad experimental</u>	37
3.3.7.5. <u>Especificaciones técnicas del diseño experimental</u>	38
3.3.7.6. <u>Análisis de datos</u>	38
3.3.7.7. <u>Hipótesis Estadísticas</u>	38
3.4. METODOLOGÍA PARA EL PRIMER OBJETIVO.....	39
3.5. METODOLOGÍA DEL SEGUNDO OBJETIVO.....	41
3.6. METODOLOGÍA DEL TERCER OBJETIVO.....	43
IV. RESULTADOS.....	44
4.1. ALTURA DE LAS PLÁNTULAS.....	44
4.2. DIÁMETRO DEL TALLO.....	47
4.3. NÚMERO DE PARES DE HOJAS.....	49
4.4. LONGITUD DE LA RAÍZ.....	51
4.5. PESO SECO RADICULAR.....	53
4.6. PESO SECO DE LA PARTE AÉREA.....	55
4.7. PESO SECO TOTAL DE LAS PLÁNTULAS DE CAFÉ.....	57
4.7. ESTIMACIÓN DEL ÁREA FOLIAR.....	58
4.8. ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE CAFÉ EN VIVERO.....	60
4.9. INDICADORES MICROECONÓMICOS.....	62
4.10. DIFUSIÓN DE RESULTADOS.....	63
V. DISCUSIÓN.....	64
VI. CONCLUSIONES.....	71
VII. RECOMENDACIONES.....	72
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	73
IX. APENDICE.....	81

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis de suelos del bocashi en el Laboratorio de Análisis Físico – Químico de Suelos, Aguas y Bromatología, del Área Agropecuaria de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, Loja 2014.....	20
Cuadro 2. Análisis de suelos del humus de lombriz en el Laboratorio de Análisis Físico – Químico de Suelos, Aguas y Bromatología, del Área Agropecuaria de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, Loja 2014.....	21
Cuadro 3. Análisis de suelos del fosfoestiércol en el Laboratorio de Análisis Físico – Químico de Suelos, Aguas y Bromatología, del Área Agropecuaria de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, Loja 2014.....	23
Cuadro 4. Diseño experimental (Diseño Bifactorial completamente al azar).	35
Cuadro 5. Número de tratamientos utilizados en el diseño experimental (Diseño bifactorial completamente al azar)	35
Cuadro 6. Determinación de los costos de producción para la producción de plantas de café en vivero.	41
Cuadro 7. Efecto de los cuatro sustratos y tipos de recipientes en el crecimiento de las plántulas de café, <i>Coffea arabica</i> V. <i>typica</i> , al final de la evaluación, Cararango, 2014.....	44
Cuadro 8. Efecto de los sustratos y recipientes en cuanto al diámetro del tallo de las plántulas de café, <i>Coffea arabica</i> V. <i>typica</i> , al final de la evaluación, Cararango, 2014.....	47
Cuadro 9. Efecto de los sustratos y recipientes en cuanto al número de pares de hojas en las plántulas de café, <i>Coffea arabica</i> V. <i>typica</i> , al final de la evaluación, Cararango, 2014.....	49

Cuadro 10. Efecto de los sustratos y recipientes en cuanto a la longitud de la raíz de las plántulas de café, <i>Coffea arabica</i> V. typica, al final de la evaluación, Cararango, 2014.....	51
Cuadro 11. Efecto de los sustratos y recipientes en relación al peso seco radicular de las plántulas de café, <i>Coffea arabica</i> V. typica, al final de la evaluación, Cararango, 2014.....	53
Cuadro 12. Efecto de los sustratos y tipos de recipientes en relación al peso seco de la parte aérea de las plántulas de café, <i>Coffea arabica</i> V. typica, al final de la evaluación, Cararango, 2014.....	55
Cuadro 13. Efecto de los sustratos y tipos de recipientes en relación a la estimación del área foliar de las plántulas de café, <i>Coffea arabica</i> V. typica, al final de la evaluación, Cararango, 2014.	58
Cuadro 14. Costos (USD) para la producción de 4800 plántulas de café en condiciones de vivero en diferentes tipos de sustratos y recipientes, Cararango, 2014.	60
Cuadro 15. Determinación de los indicadores microeconómicos para la producción de 16000 plántulas de café, <i>Coffea arabica</i> v. typica, Cararango, 2014.	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales zonas cafetaleras del Ecuador, COFENAC, 2011a.	6
Figura 2. Localización de la parroquia San Pedro de Vilcabamba, cantón y provincia de Loja.....	29
Figura 3. Distribución espacial de los tratamientos del diseño completamente aleatorizado con 16 tratamientos, 3 repeticiones y 100 plantas/unidad experimental, en condiciones de vivero.	36
Figura 4. Croquis del diseño completamente aleatorizado para el establecimiento en el campo con 16 tratamientos, 3 repeticiones y 100 plantas/unidad experimental.....	37
Figura 5. Croquis de la unidad experimental, con 100 plantas por unidad experimental para la evaluación de 5 plantas.....	37
Figura 6. Altura de las plántulas de café, <i>Coffea arábica</i> V. <i>typica</i> , en el último mes de evaluación, Cararango, 2014.....	45
Figura 7. Curva de crecimiento de las plántulas de café, <i>Coffea arábica</i> V. <i>typica</i> , durante los 6 meses de evaluación, Cararango, 2014.....	46
Figura 8. Curva de crecimiento del diámetro del tallo de las plántulas de café, <i>Coffea arábica</i> V. <i>typica</i> , durante los 6 meses de evaluación, Cararango, 2014.....	48
Figura 9. Número de pares de hojas de las plántulas de café, <i>Coffea arábica</i> V. <i>typica</i> , en el último mes de evaluación, Cararango, 2014.....	50
Figura 10. Efecto de los sustratos y recipientes sobre la longitud de la raíz de las plántulas de café, <i>Coffea arábica</i> V. <i>typica</i> , al final de la evaluación, Cararango, 2014.	52
Figura 11. Efecto de los sustratos y recipientes en relación al peso seco radicular de las plántulas de café, <i>Coffea arábica</i> V. <i>typica</i> , al final de la evaluación, Cararango, 2014.....	54

Figura 12. Efecto de los sustratos y tipos de recipientes en relación al peso seco de la parte aérea de las plántulas de café, <i>Coffea arabica</i> V. <i>typica</i> , al final de la evaluación, Cararango, 2014.....	56
Figura 13. Peso seco total de toda la plántula de café, <i>Coffea arabica</i> V. <i>typica</i> , en el último mes de evaluación, Cararango, 2014.....	57
Figura 14. Peso seco total de toda la plántula de café, <i>Coffea arabica</i> V. <i>typica</i> , en el último mes de evaluación, Cararango, 2014.....	57
Figura 15. Efecto de los sustratos y tipos de recipientes en relación a la estimación del área foliar de las plántulas de café, <i>Coffea arabica</i> V. <i>typica</i> , al final de la evaluación, Cararango, 2014.	59
Figura 16. Costos (USD) para la producción de 1000 plántulas de café en condiciones de vivero en diferentes tipos de sustratos y recipientes, Cararango, 2014.	61

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice 1. Resultados del análisis de los cuatro sustratos estudiados en la presente investigación, Cararango, 2013.....	81
Apéndice 2. Análisis de varianza de la altura de plántulas de café, en condiciones de vivero, Cararango, 2014.	82
Apéndice 3. Análisis de varianza del diámetro de tallo de las plántulas de café en condiciones de vivero, Cararango, 2014.	82
Apéndice 4. Análisis de varianza del número de pares de hojas de las plántulas de café en condiciones de vivero, Cararango, 2014.....	83
Apéndice 5. Análisis de varianza de la longitud de la raíz de las plántulas de café en condiciones de vivero, Cararango, 2014.	84
Apéndice 6. Análisis de varianza del peso seco de raíz de las plántulas de café en condiciones de vivero, Cararango, 2014.	85
Apéndice 7. Análisis de varianza del peso seco de la parte aérea de las plántulas de café en condiciones de vivero, Cararango, 2014.....	85
Apéndice 8. Análisis de varianza de la estimación del área foliar de las plántulas de café en condiciones de vivero, Cararango, 2014.....	86
Apéndice 9. Tríptico de la explosión de resultados del experimento “día de campo” en Cararango, Loja, 2014.	87

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo en el barrio Cararango, parroquia San Pedro de Vilcabamba, cantón y provincia de Loja, aproximadamente a 36 Km al sur de la ciudad de Loja; el objetivo fue evaluar el efecto de cuatro tipos de sustratos y cuatro tamaños de recipientes en condiciones de vivero, en cuanto al crecimiento y rentabilidad económica. Los sustratos utilizados en los tratamientos fueron: fosfoestiércol 20 %, humus de lombriz 25 %, bocashi 40 % y suelo, y como recipientes se utilizaron: fundas de polietileno de 471 cc (10 x 15 cm) y de 785 cc (12,5 x 20 cm) y bandejas de polietileno de 490 y 347 cc respectivamente. Las evaluaciones se realizaron mensualmente desde que las plántulas presentaron el primer par de hojas completamente formado, se evaluó desde el 15 de noviembre 2013 al 15 de marzo del 2014, sobre las variables: altura, diámetro del tallo, número de pares de hojas; así mismo, al finalizar la etapa de vivero se evaluó: longitud de las raíces, peso fresco y seco de raíces, peso fresco y seco de la parte aérea y peso total de las plántulas. Los mejores resultados en sustratos se observaron en los tratamientos **T5, T9 y T13**, a base de bocashi 40 %, humus de lombriz 25 %, y fosfoestiércol 20 % respectivamente; en cuanto a recipientes se presentó con mejores resultados la funda de polietileno de 12.5 x 20 cm. Los mejores resultados obtenidos en cuanto a la altura de las plántulas tenemos: **T13, T5, T10 y T9**; diámetro del tallo fueron: **T5, T13, T9 y T11**; al número de pares de hojas: **T5, T13, T10 y T9**; longitud de la raíz tenemos: **T9, T5, T13 y T1**; al peso seco de raíces: **T5, T9, T13 y T14**; peso seco de la parte aérea: **T5, T13, T9 y T10**; área foliar de las plántulas: **T5, T9, T10 y T13** y peso total de las plántulas son: **T5, T9, T13 y T10**. El costo unitaria de la plántula de café a nivel de finca, dependiendo del tratamiento oscila entre 16 - 18 centavos/planta, la tasa simple de rentabilidad fluctúa entre 100 - 115 %, en cuanto al beneficio/costo de la producción se recupera de 2 a 2.2 dólares por cada dólar invertido.

SUMMARY

This research work was carried out in the neighborhood Cararango, Parish San Pedro de Vilcabamba, Loja canton and province, about 36 kilometers south of the city of Loja; the objective was to evaluate the effect of four types of substrates and four sizes of containers in nursery conditions for growth and profitability. The substrates used in the treatments were: fosfoestiércol 20% worm castings 25%, 40% and bocashi ground, and as containers were used: polyethylene bags of 471 cc (10 x 15 cm) and 785 cc (12.5 x 20 cm) and polyethylene trays 490 and 347 cc respectively. The evaluations were performed monthly from seedlings presented the first pair of fully formed leaves was evaluated from the November 15, 2013 to March 15, 2014, on the variables: height, stem diameter, number of pairs of leaves; Likewise, at the end of the nursery stage was evaluated: root length, root dry weight, dry weight of shoot and total weight of seedlings. The best results were observed in substrates T5, T9 and T13 treatments based bocashi 40% worm castings 25% and 20% respectively fosfoestiércol; containers about better results presented with polyethylene sheath 12.5 x 20 cm. The best results in terms of seedling height are: T13, T5, T10 and T9; stem diameter were: T5, T13, T9 and T11; the number of pairs of blades: T5, T13, T10 and T9; root length are: T9, T5, T13 and T1; the dry weight of roots: T5, T9, T13 and T14; dry weight of the aerial part: T5, T13, T9 and T10; leaf area of seedlings: T5, T9, T10 and T13 and total weight of the seedlings are: T5, T9, T13 and T10. With regard to the quality and profitability for the farmer, it was determined that the same treatments generate an income of \$ 25.20 / 1000 seedlings, each plant selling at \$ 0.18 / seedling, creating a simple rate of return of 16%, meaning that for every dollar invested recover \$ 1.16.

Keywords: Substrates, containers, variables, seedlings

I. INTRODUCCIÓN

El café es uno de los productos primarios más valiosos, segundo después del petróleo como fuente de divisas para los países en desarrollo. El cultivo, procesamiento, comercio, transporte y comercialización del café proporciona empleo a millones de personas en todo el mundo. El café tiene importancia crucial para la economía de muchos países en desarrollo y para muchos de los países del mundo, las exportaciones de café representan una parte sustancial de sus ingresos en divisas, en algunos casos más del 80% (ICO, 2007).

En el Ecuador, el sector cafetalero tiene relevante importancia en los órdenes social, ecológico y económico. La importancia social se relaciona con la generación de empleo directo para 105.000 familias como fuente de trabajo. En lo ecológico por su amplia adaptabilidad de los cafetales a los distintos agro ecosistemas de la costa, sierra, Amazonía e islas Galápagos y en lo económico como aporte de divisas al Estado y la generación de ingresos para las familias cafetaleras y otros actores de la cadena productiva (COFENAC, 2011a).

El café en el Ecuador, es cultivado en 19 de las 24 provincias del territorio nacional, distribuidos en 127 mil unidades de producción que cubren aproximadamente 350 mil hectáreas equivalentes a un poco menos del 20% de la superficie cultivable del país (COFENAC, 2011b).

En el mismo estudio COFENAC (2011b), determinó que los cafetales del sur del Ecuador tienen una baja competitividad, debido a la debilitada capacidad productiva, altos costos de producción y mala calidad del café. Las causas son múltiples como: la baja densidad por hectárea, cafetales envejecidos, poco o ningún

control de plagas y enfermedades y el escaso o ninguna generación de tecnología apropiadas para la producción de plántulas.

Diversos estudios señalan, que para el manejo adecuado del cultivo se debe empezar desde el establecimiento en el vivero, ya que para la instalación al campo se debe garantizar plantas de buena arquitectura, vigorosas y libres de plagas y enfermedades (Castellón, *et al.*, 2000).

Con estos antecedentes se propuso el desarrollo de la presente investigación con fin de determinar la mejor tecnología para la obtención de plántulas de café; donde sea técnica y económicamente viable y rentable para el productor o viverista que se dedica a esta actividad. Por esta razón se planteó el siguiente problema de investigación: ¿Cómo inciden el efecto de los sustratos y tipos de recipientes en el crecimiento y desarrollo de las plántulas de café en condiciones de vivero? en el barrio Cararango de la parroquia San Pedro de Vilcabamba.

Sobre esa base se planteó la siguiente hipótesis: El crecimiento y desarrollo, tanto radicular como aéreo de las plántulas de café (*Coffea arábica*), dependen del tipo de sustrato y el tamaño del recipiente utilizado; así como la calidad de las plántulas está en relación directa con los costos de producción.

Para dar respuesta al problema identificado y comprobar la hipótesis, se plantearon los siguientes objetivos:

Identificar cuál de los sustratos y el tipo de recipiente es el más adecuado para el crecimiento y desarrollo de las plántulas de café en condiciones de vivero.

Determinar el tipo de sustrato y recipiente que presente los mejores parámetros de calidad y rentabilidad para el agricultor en la producción de plántulas de café.

Difundir la tecnología generada en la investigación a estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agronómica y agricultores interesados en la producción de plántulas de café en condiciones de vivero.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE CAFETO

2.1.1. EL CULTIVO DE CAFÉ EN EL MUNDO

Según la FAO (2004), América Latina y el Caribe seguirían siendo la principal región productora de café en el mundo, siendo Brasil el primer productor mundial, especialmente el Estado de São Paulo, donde se sitúa el primer puerto cafetero del mundo, seguido por Colombia y Vietnam como productor más importante de robusta.

Por su parte COFENAC (2012), confirma que la región con mayor producción de café es Sur América, seguida de Asia y Oceanía y en un tercer nivel con valores aproximados África, México y América Central. Para la cosecha cafetalera 2009- 2010, la producción de Sur América fue de 62,803 millones de sacos de café (60 kg), mientras que para la cosecha 2010- 2011 fue de 59,030 millones de sacos.

La producción mundial de café por tipo para el período 2010-2011 fue la siguiente: los cafés suaves colombianos 9,730 millones de sacos de 60 kilos, los otros suaves, entre los que se cuenta el café arábigo ecuatoriano 30,491 millones de sacos; los cafés naturales brasileños 43,404 millones de sacos y los cafés robustas 48,780 millones de sacos (COFENAC, 2012).

Los países más importantes en el consumo de café son; Estados Unidos, Alemania, Japón, Francia, Italia, España, Reino Unido, Holanda, Suiza, Finlandia. Los países de menos importancia encontramos; Rusia, Polonia, Argelia,

Korea, Ucrania, Australia, Rumania, Turquía, Israel, Sudáfrica y Serbia (COFENAC, 2012).

2.1.2. EL CULTIVO DE CAFÉ EN EL ECUADOR

Según PROECUADOR (2013), el café constituye uno de los productos más importantes de la exportación ecuatoriana y de la economía mundial, se cotiza en las bolsas de valores de Londres (*Robusta*) y Nueva York (*Arábica*). Ecuador posee una gran capacidad como productor de café, convirtiéndose en uno de los pocos países en el mundo que exporta todos los tipos de café: arábigo lavado, arábigo natural y robusta.

El café en el Ecuador es de gran importancia por su amplia distribución y adaptabilidad de los cafetales a los distintos agro ecosistemas de la Costa, Sierra, Amazonía e Islas Galápagos; los cafetales en su mayor parte están cultivados bajo árboles de alto valor ecológico y económico, en diversos arreglos agroforestales, que constituyen un hábitat apropiado para muchas especies de fauna y flora nativas, contribuyen a la captura de carbono de manera similar a los bosques secundarios, regulan el balance hídrico de los ecosistemas y en el manejo no requieren de una alta dependencia de agroquímicos (COFENAC, 2011b).

En el Ecuador prevalecen los cafetales con deficiente manejo agronómico y edad avanzada, consecuentemente de baja producción, situación que es agravada por la presencia de plagas (broca del fruto y minador de las hojas) y enfermedades (mal de hilachas, roya, ojo de gallo y mancha de hierro). Errores en la cosecha y el deficiente beneficio del grano han provocado que el Ecuador no sea

considerado como un productor de café de calidad. En la caficultura ecuatoriana prevalece el sistema de manejo tradicional del cultivo; pues, el 85% de los cafetales se maneja con bajo uso de insumos y poco trabajo, lo que lo vuelve ineficiente, obteniendo rendimientos muy bajos (250 kilos de café oro/hectárea). Un 15% de la superficie cafetalera ecuatoriana se estima que está manejado de manera tecnificada y semitecnificada, donde se obtienen rendimientos promedios de aproximadamente 750 kilos de café oro/hectárea. La producción nacional total estimada en el 2012 fue de 569,064 sacos de 60 kg, en condiciones climatológicas normales, con una superficie cultivada de 149.411 has (COFENAC, 2013).

Actualmente, el café es cultivado en 19 de las 24 provincias del territorio nacional, distribuidos en 127 mil unidades de producción que cubren aproximadamente 350 mil hectáreas equivalentes a un poco menos del 20% de la superficie cultivable del país (COFENAC, 2011a).

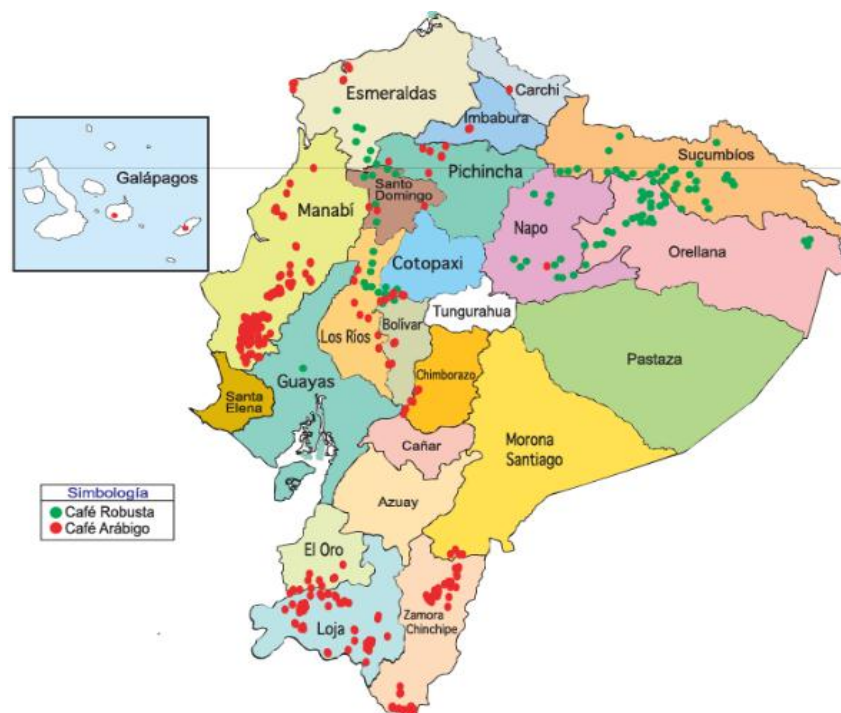


Figura 1. Principales zonas cafetaleras del Ecuador, COFENAC, 2011a.

2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Rubiaceae
Familia:	<i>Rubiaceae</i>
Tribu:	<i>Coffeae</i>
Género:	<i>Coffea L.</i>
Especie:	<i>C. arábica</i> , <i>C. canephora</i> , <i>C. liberica</i> (Alvarado, 2007).

2.3. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL CAFETO

Sistema radical.- El tipo de raíz que tienen los cafetos son: pivotante, axilares o de sostén, laterales y raicillas. La pivotante puede considerarse como la raíz central, su longitud máxima en una planta adulta es de 50 a 60 cm.; mientras que las raíces axilares y la laterales funciona como soporte y para la absorción de agua y nutrientes del suelo de la planta (Alvarado, 2007).

La mayor cantidad de raíces del cafeto, se encuentran cerca de la superficie del suelo en los primeros 10 cm de profundidad, y se extiende entre 1 y 1,5 m desde el tronco. En los primeros 30 cm de profundidad se encuentra el 86 % de las raíces absorbentes y un 89,9 % de las raíces totales del cafeto. Esto significa que la planta necesita buena disponibilidad de agua y nutrimentos a esta profundidad del suelo, por lo que se explica además, la efectividad de la fertilización al voleo. Las raíces vivas

son de color café claro en su superficie externa y blanca en su interior (Arcila *et al*, 2007a).

El desarrollo normal del sistema radicular del cafeto es muy importante para su crecimiento, producción y longevidad. Por lo que desde la etapa de semillero y vivero se debe lograr una raíz principal bien formada, para obtener un excelente crecimiento en el campo (PROCAFÉ, 2006).

Tallo.- Es leñoso, erecto y de longitud variable de acuerdo con el clima y el tipo de suelo; en las variedades comerciales varía entre 2 y 5 m de altura. En una planta adulta la parte inferior es cilíndrica mientras que la parte superior (ápice) es cuadrangular y verde, con esquinas redondas y salidas (Alvarado, 2007).

El cafeto es un arbusto que está formado por un tallo central en cuyo extremo se encuentra la “yema” terminal u ortotrópica”, que es la responsable del crecimiento vertical, formando nudos y entrenudos. De los nudos se forman las ramas laterales o bandolas y las crinolinias o palmillas (crecimiento plagiotrópico). A través de ambos tipos de crecimiento se conforma la arquitectura del cafeto, es decir su sistema vegetativo y productivo (PROCAFÉ, 2006).

Hojas.- Es un órgano fundamental en la planta porque en ella se realizan los procesos de fotosíntesis, transpiración y respiración. En las ramas, un par de hojas aparece cada 15 a 20 días aproximadamente. Las hojas duran en un cafetal alrededor de un año; la duración de las hojas se reduce con la sequía, con las altas temperaturas y con una mala nutrición (Rodríguez, 2012).

La lámina de la hoja generalmente mide de 12 a 24 cm de largo por 5 a 12 cm de ancho, variando su forma de elíptica a lanceolada. El tamaño de la hoja no solo varía entre especies y cultivares, sino también de acuerdo con las condiciones de sombra o plena exposición de sol a que esté sometida (Alvarado, 2007).

Flores.- Las flores del cafeto aparecen en los nudos de las ramas, hacia la base de las hojas, en grupos de 4 o más, sobre un tallo muy corto llamado glomérulo. En la base de cada hoja hay de 3 a 5 glomérulos. La cantidad de flores presentes en un momento determinado, depende de la cantidad de nudos formados previamente en cada rama; el proceso de formación de las flores del cafeto puede durar de 4 a 5 meses. Cada flor tiene en la base un receptáculo corto que se prolonga en el cáliz de color verde que mide de 1 a 2 milímetros (mm) de largo, con cinco picos terminales. La corola es un tubo largo, cilíndrico en la base y de color blanco, que mide de 6 a 12 mm de largo, la cual se abre arriba en cinco pétalos. Consta de 5 estambres insertados en el tubo de la corola. El gineceo está constituido por un ovario súpero con dos óvulos. El estilo es fino y largo con terminaciones estigmáticas (Rodríguez, 2012).

El inicio y crecimiento de la flor está influenciado por la luz solar (luminosidad menor a 13 horas), agua (mínimo 10 mm de lluvia), temperatura (20 a 25° C) y por reguladores de crecimiento vegetal (hormonas). El cafeto es una planta autógena por lo que, cuando la flor se abre, parte del polen ya se ha liberado internamente, habiendo ocurrido entre el 90 a 95% de autofecundación (PROCAFÉ, 2006).

Fruto.- El fruto del café tiene la apariencia de una cereza pequeña o “drupa”. Cuando nace es de un color verde, que cambia luego a amarillo hasta tomar un color rojo lo que significa que ha alcanzado su plena madurez. En el interior de cada cereza, hay dos semillas separadas por un surco y rodeadas de una pulpa amarilla. Son los granos de café. Estos granos están protegidos por una película plateada y recubiertos por una piel de color amarillo (COFENAC, 2011b).

2.4. MANEJO DEL CULTIVO DE CAFÉ EN CONDICIONES DE VIVERO.

2.4.1. Establecimiento de vivero

2.4.1.1. Criterios de selección de la planta madre

Según FAPECAFES (2009), la planta madre para la selección de la semilla debe tener las siguientes características: plantas vigorosas con un buen follaje, entrenudos cortos, crecimiento mediano y tallos flexibles, mayor número de frutos por nudo, frutos grandes, alta producción, resistencia a plagas y enfermedades, maduración ligera y uniforme. También se debe tomar en cuenta que el cafetal que se escoja debe estar entre el tercer y sexto año de producción.

2.4.1.2. Proceso de selección y preparación de la semilla.

Se debe coleccionar frutos sanos y en óptimo estado de maduración de acuerdo a las características mencionadas anteriormente. Se debe escoger frutos de las ramas laterales del centro de la planta, entre el tercer y noveno brote. Se debe despulpar el café con la mano y dejar fermentar por unas doce horas y lavarlas en abundante agua limpia; se debe retirar todos los granos que floten y

muestren algún tipo de defecto. Luego se debe ponerlas a secar en la sombra para la siembra (FAPECAFES, 2009).

2.4.1.3. Construcción y siembra en el Germinador

Se puede construir los germinadores con materiales del medio con: bloques, guadua, tabla, lomos de madera; los cuales se deben colocar alrededor del germinador a manera de pared (formando el perímetro). Luego se prepara el sustrato con 20 cm de arena de río ya que es preferible para café. Según FAPECAFES (2009), la siembra se la puede realizar al voleo y tapar con una capa de arena cernida de 2 cm.

2.4.1.4. Germinación de la semilla.

Una semilla con el endocarpio (pergamino) presente, germina entre los 50 y 70 días y con la remoción del mismo acelera la germinación en 20 días aproximadamente, según experimentos realizados por: Huxley, 1964; Valencia, 1970; Valio, 1980; Velasco y Gutiérrez, 1974, citados por CENICAFE 2007.

Se recomienda brindar las condiciones adecuadas para la germinación de la semilla, cubriéndolas con costales y guaduas. Cuando emerjan los primeros fosforitos se debe retirar los costales y las guaduas paulatinamente, hasta que aparezcan las chapolas, esto ocurre hasta los 70 días o más, según las condiciones climáticas del lugar. También se recomienda el manejo de las condiciones ambientales en el germinador para evitar el ataque de enfermedades como el mal del talluelo (Castro, 2007).

2.4.1.5. Diseño y construcción del vivero

Para planificar la producción de plántulas, implica instalar y manejar con criterios técnicos los viveros; significa contar con instalaciones especialmente acondicionadas, considerando lo siguiente: Longitud y ancho de camas que permitan facilidad de labores, si el terreno es inclinado construir terrazas en curvas de nivel, dejar camino y desagüe al interior de la cama anexo al talud, utilizar especies aboneras que provean de follaje para elaboración de abonos, cobertores, techumbres de umbráculos, etc. (Álvarez, 2006).

Duicela, *et al.* (2001), afirman que es conveniente y económico usar materiales preferentemente de la zona como caña guadua o madera, deben tener una longitud máximo de 2.70 m, emplear a una distancia de 4 x 4 m para postes. Se debe utilizar un cobertizo que permita la penetración de la luz solar, es decir, procurando un sombreado inicial del 70 a 80 % en su interior, en la parte inicial del vivero.

2.4.1.6. Llenado y arreglo de recipientes

El llenado de fundas se debe realizar hasta un cm bajo del borde de la funda, para permitir que el agua de riego sea más eficiente. Se recomienda arreglar las fundas en bloques de 1 m de ancho por el largo que se desee, se debe separar los bloques por calles de 80 cm de ancho. Los bloques se deben ubicar con dirección este-oeste (salida y puesta del sol respectivamente) para garantizar un sombreado uniforme en el vivero (Fischersworing & Robkamp, 2001).

2.4.1.7. Selección y trasplante de las chapolas a los recipientes.

Se debe seleccionar chapolas sanas y vigorosas con tallos de color verde y recto, con un buen sistema radical, es decir con una buena raíz principal. Se debe eliminar todas las chapolas amarillas, raquílicas y todas las que tengan raíces con dos patas, torcidas o sin pelos absorbentes.

Según FAPECAFES (2009), para realizar el trasplante del café a los recipientes, primeramente se debe regar bien el germinador y posteriormente se debe humedecer el sustrato de los recipientes antes del trasplante, luego con un palo puntiagudo se abre un hoyo de 10 – 15 cm de profundidad y se coloca la chapola y posteriormente apretarla suavemente con tierra, posteriormente aplicar riego, el trasplante se aconseja realizarlo en horas de la tarde para evitar la deshidratación de las plantas por el sol.

2.4.1.8. Manejo agronómico del vivero de café.

Se debe mantener limpio el vivero hasta que el follaje de las plántulas cubra el área completa de los recipientes, así se evitara el ataque de plagas y enfermedades en las plántulas. En época seca o cuando sea necesario se debe regar en horas de la mañana, humedeciendo bien la tierra de las bolsas, para así darle los requerimientos de agua que necesita la planta para su crecimiento. Se debe aplicar fertilizantes foliares y fungicidas cuando las plántulas tengan de dos a tres pares de hojas, luego continuar con aplicaciones mensuales (CICAFE, 2011).

Las enfermedades más comunes en los viveros de café, son: el volcamiento de las plántulas causado por *Rhizoctonia solani*, mancha del hierro causado por *Cercospora coffeicola* que se presenta en plántulas con deficiencia de nitrógeno y la roya causado por *hemileia vastatrix*; se presenta en el envés de las hojas, con manchas polvorientas de color anaranjado, esta enfermedad está causando grandes pérdidas económicas a nivel mundial (Fischersworrin & Robkamp, 2001).

2.5. RECIPIENTES

2.5.1. Bolsas de polietileno

Se debe utilizar fundas de color negro con perforaciones en la mitad, para drenar el exceso de agua, las fundas deben tener un tamaño mínimo de 14 por 20 cm para permitir un buen desarrollo de la raíz (FAPECAFES, 2009).

De acuerdo a la experiencia de Ureña (2009), la bolsa más utilizada es la de polietileno color negro, perforada, cuyas dimensiones pueden variar de 15 x 20, 17.5 x 20, 20 x 22.5 y 20 x 25.4 centímetros respectivamente. La decisión sobre el tamaño de la bolsa a utilizar dependerá del tiempo que se tenga planificado para que la planta permanezca en el vivero, entre más pequeña es la bolsa menor tiempo puede permanecer en el vivero o al contrario, una bolsa más grande presta mejores condiciones para que la planta pueda alcanzar un mayor crecimiento sin sufrir deterioro en su desarrollo.

Según CENICAFE (2011), el crecimiento de la raíz de las plántulas de café está limitado por el tamaño de la bolsa; cuando la raíz toca el fondo de la bolsa

se produce un doblamiento en forma de “L”, los efectos negativos se observa en las plantas adultas y en la absorción de los nutrientes, causando raquitismo y el incremento de la sensibilidad de la planta. Es por ello que debe utilizar bolsas de 1 a 2 kg para mantener una plántula de 4 a 6 meses para trasplantar al campo.

Según CENICAFE (2001), recomienda para el llenado de los recipientes se emplee tierra fértil de preferencia negra, mezclada con pulpa de café, estiércol o gallinaza bien descompuesta para evitar enfermedades radiculares o ataques de nematodos.

En Venezuela, se evaluó la respuesta de plántulas de *Coffea arabica* L. 'Caturra' desarrolladas en tres tamaños de bolsa (13x15, 15x19 o 18x23 cm) y tres dosis de fertilización (2, 4 y 6 g planta de fertilizante con 10% N y 50% P₂O₅) como sustrato de propagación se usó suelo de la región con alto contenido de materia orgánica, buena permeabilidad y fertilidad. Los resultados fueron: en las bolsas de mayor tamaño se obtuvo el mayor crecimiento radical y aéreo de las plántulas (longitud de raíz, altura de planta y biomasa seca). Las dosis de fertilización afectaron el nivel nutricional de la planta pero no su crecimiento, pues el sustrato proporcionó los nutrientes necesarios. Se concluye que las bolsas de mayor tamaño permiten el 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 (Arizaleta & Pire, 2008).

2.5.2. Bandejas de polietileno.

Las principales ventajas de esta tecnología es que garantiza una perfecta formación de las raíces de las plántulas. A diferencia de sembrar en bolsas de polietileno, que provoca que las raíces de las plantas se enrollen, las bandejas están dotadas de una ranura que permite que éstas se desarrollen en forma radicular (hacia abajo) y mejor. El sistema tradicional de viveros es más costoso y menos eficiente cuando se compara con las bandejas, que puede triplicar la cantidad y calidad de las plantas en menor tiempo y con el mismo presupuesto: terreno, agua y recurso humano (González, 2001, citado por Alcívar, 2012).

González (2001), investigó la comparación entre la bolsa y el cono macetero en la producción de plantas de café. Los resultados fueron los siguientes: las plántulas más altas se obtuvieron al sembrar en almácigo y trasplante a cono (14.7 cm.) y la siembra directa con trasplante a bolsa (14.6 cm). Inicialmente existió variación estadística marcada en grosor del tallo, pero desapareció al final de los 6.5 meses del estudio, todos los tratamientos tuvieron 2.7 mm de diámetro. Los mayores pesos de las raíces de las plantas se obtuvieron en la siembra en almácigo y trasplante a cono (7.0 g) y con la siembra directa en bolsa (6.7 g) en peso fresco. No hubo diferencia estadística entre plantas producidas en el sistema tradicional de almácigo con trasplante a bolsa, con las producidas en siembra directa en bolsa o las trasplantadas de almácigo a cono, por lo que el uso del conos debería ser adoptado por las ventajas que ofrece en costos de transporte y trasplante ya que el costo de planta es el mismo.

En la provincia de Manabí se evaluó efectos de diferentes tipos y volúmenes de sustratos en el desarrollo vegetativo de plántulas de café arábigo a nivel de vivero. Con fin investigar la mejor alternativa para la producción masiva de plántulas de café de calidad y costos. En la cual se registraron las siguientes variables: altura de plántula, diámetro del tallo, número de hojas, vigor de plántula, área foliar, volumen radicular, peso fresco radicular y peso fresco aéreo; se determinó que la utilización de bandejas de 300 cc como nueva tecnología para la multiplicación de plántulas de café arábigo, ha sido la forma más adecuada para lograr un mejor crecimiento de la plántula, de igual forma obtuvo la mayor tasa de retorno marginal, la cual fue de 592,6% por cada dólar invertido. Por ser el sustrato base (tierra) de muy buena calidad, fue este el que presentó el medio más adecuado para que las plántulas de café expresen su mejor desarrollo fisiológico. No obstante el tratamiento 6 compuesto por 5% de zeolita, 20% de compost y 5% de DAP, reportó valores significativos y diferencias mínimas con respecto al testigo (suelo natural) (Intriago, 2012).

2.6. SUSTRATOS PARA LA PROPAGACIÓN DE CAFÉ EN VIVERO

2.6.1. Suelos

Un suelo está formado por materiales sólidos, líquidos y gaseosos. Para el crecimiento satisfactorio de la planta, estos materiales deben estar presentes en las proporciones adecuadas (Gonzales, 2001).

Según el mismo autor, un factor importante en el suelo es el tamaño de sus partículas, que se encuentran en la naturaleza desde muy pequeñas cantidades;

como la arcilla, que es donde se absorben los nutrientes que luego son extraídos por las plantas. También se encuentran dentro de estas partículas las de arena, que sirven principalmente para dar aireación al medio. Normalmente se usa un suelo cercano a la textura franca como parte de una mezcla (Alcívar, 2012).

2.6.2. Cascarilla de arroz.

La cascarilla de arroz es un subproducto de la industria molinera, que resulta abundante en las zonas arroceras de muchos países y que ofrece buenas propiedades para ser utilizado como sustrato hidropónico. Entre sus principales propiedades físico-químicas tenemos que es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición, es liviano, de buen drenaje, buena aireación y su principal costo es el transporte (Miranda, 2008).

2.6.3. EL bocashi

El bocashi se obtiene a través de un proceso de fermentación acelerada, con ayuda de microorganismos benéficos los cuales se alimentan de los materiales que integran el montón, degradándolos en pocos días. El bocashi nos ayuda a activar y aumentar los microorganismos benéficos del suelo, abonar los cultivos, incrementar la disponibilidad de los minerales de los cultivos, mejorar la retención del agua, entre otros beneficios. Entre los 20 y 25 días el abono orgánico fermentado está listo para ser utilizado, su color es gris claro y queda seco con un aspecto de polvo arenoso (PROCAFEQ, 2010).

Según COFENAC (2003), la adición de compost u bocashi en el crecimiento vegetativo de las plántulas de café: es un sustrato que asegura la

obtención de plántulas vigorosas, sanas y con un buen desarrollo vegetativo, lo cual se observó un mejor crecimiento frente a los otros abonos orgánicos; como los ácidos húmicos y micorrizas (Duicela, *et al.* 2003).

Hasta la actualidad no se han realizado estudios sobre el efecto del bochashi en la propagación de plántulas de café, en condiciones de vivero, pero si hay estudios en otros cultivos de ciclo corto y hortalizas que han utilizado este abono orgánico ha dado excelentes resultados en cuanto al rendimiento de la producción.

En la Comuna Collana Catacocha, del cantón Paltas, se evaluó el efecto de los abonos orgánicos: Compost, Bocashi, Humus de Lombriz, Fosfoestiércol y Biol en el rendimiento del cultivo de fréjol *Phaseolus vulgaris* L. Logrando el mejor resultado en el tratamiento T5 + B1 (Bocashi + Biol 5 l), con una producción promedio de 2,26 kg/parcela y 1 880,55kg/ha, mientras que la menor producción se obtuvo en el tratamiento T1 + B1 (Testigo + Biol 5 l) con una media de 0,79 kg/parcela y 656,78 kg/ha correspondiente al testigo y los mejores beneficios económicos se alcanzó con en el mismo tratamiento con una relación beneficio/costo de 1,53 dólares mientras que en los demás tratamientos no existió rentabilidad debido a los costos de los insumos y rendimiento en el primer año (Iñiguez, 2010).

Cuadro 1. Análisis de suelos del bocashi en el Laboratorio de Análisis Físico – Químico de Suelos, Aguas y Bromatología, del Área Agropecuaria de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, Loja 2014.

Análisis	Contenido	Interpretación
Textura	FoAo	Franco Arenoso
pH	7,26	Prácticamente neutro
MO (%)	20,8	Alta
N (ppm)	69.31	Alto
P2O5 (ppm)	626	Alto
K2O (ppm)	425,3	Alto
Ca (meq/100 ml)	16,44	Alto
Mg (meq/100 ml)	1,21	Medio

2.6.4. El humus de lombriz

Es el producto de la transformación de los residuos orgánicos (animales y vegetales) como desechos de digestión de lombrices en crianza intensiva. Cuyo resultado es una mezcla (semejante a la tierra) de color oscuro con un agradable olor a tierra de bosque, contiene sustancias amorfas coloidales estables a la descomposición microbiana y nutrimentos importantes para las plantas (Tulio, 2008).

Blandón (2008), dice que con la aplicación de 30 % de humus de lombriz, se obtuvieron excelentes resultados en el crecimiento de plántulas de café en vivero, donde se obtuvo altura de 7,5 cm, 4,6 pares de hojas, con una área foliar de 120 cm², y biomasa seca de 3,90 gr, todas estas variables se midieron a los 120 días después del trasplante.

Salamanca *et al.* (2008), estudiaron el efecto de la lombrínaza sobre el crecimiento de almácigos de café en diferentes suelo de la cafetera colombiana con diferente contenido de materia orgánica (MO). Se evaluaron cuatro porciones de lombrínaza en mezcla con suelo (0, 25, 50, 75 %), para cada porción se llenaron 15 fundas y se sembró una plántula de café variedad caturra. Después de seis meses se determinó el peso seco de las raíces y de la parte aérea de las plantas. En siete suelos la porción 25 % de lombrínaza aumento el peso seco de las plantas entre 1,8 y 1, 5 gr, con respecto al suelo independiente de los contenidos de MO. Las diferencias se asociaron a los cambios en el pH y contenidos de Cu y K del sustrato. Las porciones 50 y 75 % de lombrínaza, afectaron negativamente el crecimiento de las plantas.

Cuadro 2. Análisis de suelos del humus de lombriz en el Laboratorio de Análisis Físico – Químico de Suelos, Aguas y Bromatología, del Área Agropecuaria de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, Loja 2014.

Análisis	Contenido	Interpretación
Textura	FoAo	Franco Arenoso
pH	7,58	Prácticamente neutro
MO (%)	22,7	Alta
N (ppm)	57,75	Medio
P2O5 (ppm)	702,58	Alto
K2O (ppm)	406,13	Alto
Ca (meq/100 ml)	15,26	Alto
Mg (meq/100 ml)	1,2	Medio

2.6.5. Fosfoestiércol.

Es el resultado de la mezcla de estiércoles secos de animales con roca fosfórica, mediante proceso de descomposición aeróbica. Esta tecnología, ha sido desarrollada principalmente para gestionar la fertilidad de los suelos bajos en fósforo.

Los estiércoles:

Son las deyecciones sólidas y líquidas de los animales producto del procesamiento del material vegetal por el tracto digestivo y una fermentación posterior. Su incorporación al suelo aporta nutrientes, incrementa la retención de humedad y mejora la actividad microbiológica; resultando en un mejoramiento de la fertilidad del suelo. La composición del estiércol es muy variable, pero por cada tonelada de estiércol natural podrá generar 100 kg de humus al suelo (Casas, 2012).

Roca fosfórica:

Es un producto orgánico procedente de las deyecciones de las aves marinas que se han acumulado y petrificado; este fertilizante natural posee el 33 % de fósforo; es de lenta solubilidad frente a los fertilizantes sintéticos; reacciona a la acidez del estiércol al mezclarlos lo que posibilita un aporte importante de fósforo al suelo (Tulio, 2008).

En Santa Lucia, parroquia Orianga, se evaluó el rendimiento del cultivo de maní, a la aplicación de abonos orgánicos; en la cual se determinó que con la fertilización con fosfoestiércol se obtuvo 1713,8 Kg/ha, demostrando mayor

rentabilidad para el agricultor y además de mantener el suelo fértil para cultivos posteriores con efecto de residualidad de cuatro años (Rodríguez & Ramírez, 2011).

Cuadro 3. Análisis de suelos del fosfoestiércol en el Laboratorio de Análisis Físico – Químico de Suelos, Aguas y Bromatología, del Área Agropecuaria de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, Loja 2014.

Análisis	Contenido	Interpretación
Materia orgánica %	52,65	Muy alta
C %	30,54	Muy alto
Nitrógeno total %	1,60	Muy alto
N amoniacal ppm	162	Muy alto
N nítrico ppm	532	Muy alto
P₂ O₅ ppm	68	Muy alto
K₂ O soluble	163	Bajo
C.I.C. me/100g	40,50	Muy alto
Ca⁺⁺ ppm	343	Muy alto
Mg⁺⁺ ppm	270	Muy alto

2.7. ECOFISIOLOGÍA DEL CAFÉ

2.7.1. Crecimiento y desarrollo del café.

A los dos meses después de la germinación, la planta forma el primer par de hojas verdaderas y luego, en la fase de almácigo, la planta adquiere de 6 a 8 pares de hojas verdaderas o nudos. El primer par de ramas se forma entre los 7 y los 8 meses aproximadamente, y a partir del momento de la siembra en el sitio definitivo, la planta comienza la formación de las ramas que van a ser responsables de la producción (Arcila, *et al*, 2001).

En el tallo, un par de hojas o un nudo se origina en promedio cada 25 o 30 días. En un año se forman aproximadamente de 12 a 14 pares de ramas primarias o cruces. En general, el crecimiento es más activo cuando hay buen suministro de energía solar, agua y nutrimentos, encontrándose que un aumento de la radiación (plena exposición solar) induce la formación de plantas más bajas, en las cuales ha ocurrido mayor diferenciación y que son más productivas, mientras que la sombra estimula la formación de plantas más altas con menor diferenciación y menos productivas (Castillo, 1957, 1966, citado por Arcila, *et al.* 2007b).

2.7.2. Influencia de los factores climáticos.

Temperatura.- En diferentes investigaciones se ha encontrado que la temperatura óptima para el crecimiento del café está entre 19 y 21 °C, con un límite inferior de 13°C y uno superior de 32°C. Por fuera de estos límites el crecimiento es casi nulo y la productividad muy baja (Arcila, *et al.* 2007 b).

Requerimientos de luz.- Los almácigos de café pueden establecerse a plena exposición solar, no menos de 13 horas de sol/día en el crecimiento de las plantas en el almácigo se retarda.

De acuerdo a la investigación realizada por Salinas y Saritama (2013), sobre la influencia de la sombra y época de siembra en la dinámica de crecimiento del café en vivero, en Yantzaza y Chaguarpamba. De la cual demostraron, que los mejores resultados se obtienen con un 80 y 50 % de sombra favoreciendo mejor el crecimiento de las plántulas de café.

La altitud.- influye notoriamente en el desarrollo de las plantas de café en el almácigo, tanto al sol como a la sombra. A medida que aumenta la altitud, el crecimiento, el peso seco de la parte aérea, el número de hojas por planta, el peso seco de hojas y el número de cruces es menor (Arcila, *et al.* 2007b).

2.8. NUTRICIÓN DEL CAFÉ.

La nutrición en la etapa de almacigo comienza desde el trasplante de la chapola al recipiente, hasta el momento de la siembra en el campo, esto tiene una duración de seis meses, dependiendo del tamaño de la bolsa, las condiciones climáticas predominantes del lugar y del manejo del vivero. En esta etapa la planta responde de manera positiva a los abonos orgánicos y a las aplicaciones de fosforo. Cuando no se utiliza una mezcla adecuada de suelo y abono orgánico, bien descompuesto, debe aplicarse 2 gramos de fosforo (P_2O_4), por recipiente, preferiblemente de DAP (Fosfato diamónico) (46 % de P_2O_4), a los 2 y cuatro meses luego del trasplante.

Adicionalmente, la aplicación de DAP contribuye a reducir los efectos nocivos de una pulpa o lombrínaza parcialmente descompuesta obtenida a la fertilización con nitrógeno en esta fase que ha sido vegetativa y la adición de potasio no ha tenido influencia sobre el vigor de la planta. En términos del peso seco y altura; tampoco la aplicación de fertilizantes foliares ni la adición de silicio. Una mezcla de suelo y pulpa de café bien descompuesta en relación 1:1 en volumen es suficiente para suplir las necesidades nutricionales en etapa de vivero (Duran, 2010).

Ávila, *et al.* (2010) demostraron que el café responde positivamente a la aplicación de abonos orgánicos (AO) y fósforo (P) durante la etapa de vivero; sin embargo, poco se sabe acerca de la acción conjunta de éstos. Por ello se evaluó el efecto combinado de tres fuentes de AO (gallinaza, pollinaza y lombrinaza) y dos fuentes de P (Fosfato diamónico–DAP y Superfosfato triple–SFT) sobre el crecimiento de las plantas de café. La aplicación de P no afectó el peso seco de las plantas cuando éstas se desarrollaron en suelo solo, respuesta que se relacionó con el contenido de este elemento en el suelo (14 mg.kg⁻¹). Los mayores incrementos en el peso seco de las plantas se registraron al mezclar el suelo con gallinaza o pollinaza en proporción 3:1 (25%), sin que hubiera un efecto de la aplicación de P. La lombrínaza afectó negativamente el desarrollo de las plantas, como consecuencia de una posible toxicidad generada por la descomposición incompleta; efecto que disminuyó con la aplicación de DAP.

2.9. ELEMENTOS ESENCIALES PARA EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CULTIVO DE CAFÉ.

Se han reconocido dieciséis elementos como esenciales para el crecimiento de las plantas. Tres de ellos, carbono, hidrógeno y oxígeno, son suministrados por el agua y el aire (dióxido de carbono). Los trece restantes se consideran nutrientes vegetales y pueden agruparse en seis macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre) que la planta requiere en grandes cantidades y siete micronutrientes (boro, cloro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc) que la planta toma en muy pequeñas cantidades. Cuando alguno de estos elementos se encuentra en la planta en cantidades inferiores a los niveles mínimos requeridos para

el crecimiento normal, la planta exhibe varios síntomas externos e internos (Arcila, *et al.* 2007c).

Duicela (2011), señala como requerimientos esenciales para el café, lo siguiente:

Nitrógeno: en el suelo está presente en tres formas principales: el nitrógeno orgánico que se lo encuentra en la materia orgánica del suelo; el amonio (NH_4^+) y los nitratos (NO_3^-), son las formas de N usados en las plantas para su crecimiento. El N forma parte de la molécula de clorofila que necesario para el proceso fotosintético de las plantas y el desarrollo foliar.

Fosforo (P): Es el elemento que interviene en la transferencia de energía, el desarrollo de tallos, raíces, ramas y en la floración de las plantas.

Potasio (K): Favorece la formación y la calidad de los frutos y ayuda a las plantas a resistir el ataque de las enfermedades como un agente de control, porque fortalece los mecanismos naturales de resistencia de las plagas.

Calcio (Ca): Estimula la formación de proteínas, crecimiento de la semilla, y la maduración de los frutos.

Azufre (S): Contribuye a la formación de proteínas, clorofila, vitaminas y enzimas. Ayuda al desarrollo de las raíces y la producción de semilla.

Magnesio (Mg): Es el componente de la clorofila (color verde), por lo tanto influye en el desarrollo foliar y la germinación de las semillas.

Zinc (Zn): Este elemento controla la producción de importantes reguladores de crecimiento y el desarrollo de tejidos nuevos. El Zn esta menos disponible para la planta en suelos con pH alto.

Hierro (Fe): es un catalizador para la formación de la clorofila, aun cuando no forma parte de ella. Actúa como transformador de oxígeno y es esencial en la síntesis de proteínas, ayudando a formar ciertos sistemas enzimáticos.

Manganeso (Mn): funciona y activa las reacciones metabólicas y desempeña un papel directo en la fotosíntesis al ayudar a la planta a sintetizar la clorofila.

Boro (B): es esencial para la germinación de los granos de polen, el crecimiento del tubo polínico y la formación de las semillas, formación de la pared celular, la floración y el desarrollo de los frutos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

3.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA.

El sector del experimento está ubicado en el barrio Cararango, parroquia San Pedro de Vilcabamba, cantón y provincia de Loja, aproximadamente a 36 Km al sur de la ciudad de Loja (GAD Municipal de Loja).

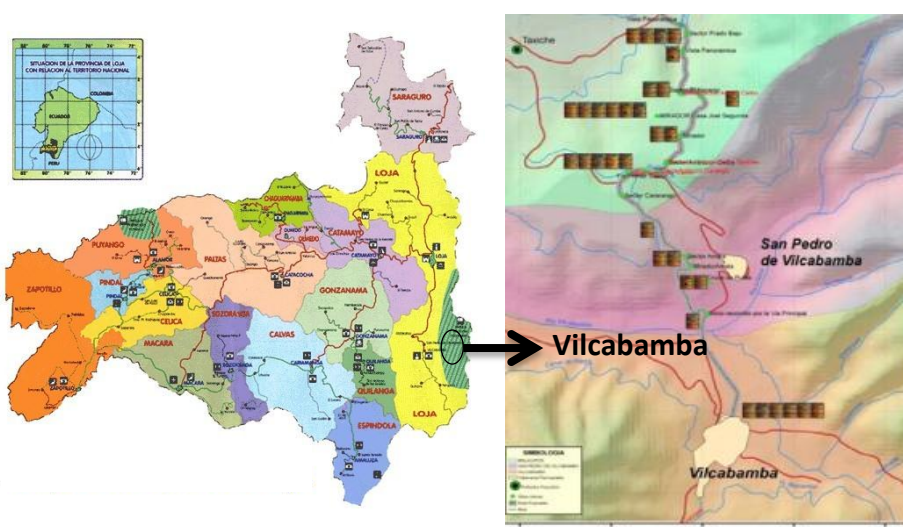


Figura 2. Localización de la parroquia San Pedro de Vilcabamba, cantón y provincia de Loja.

3.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

Latitud: 697794 este
Longitud: 9527137 norte
Altitud: 1750 msnm

3.1.3. UBICACIÓN ECOLÓGICA.

Según Rojas & González (2011), la parroquia San Pedro de Vilcabamba; es de clima Subtropical – Seco, la temperatura promedio es de 19,4 °C y precipitación pluviométrica oscila entre los 880,0 mm anuales.

3.2. MATERIALES

3.2.1. Material de campo

Se utilizó semillas de café var. typica, 2 500 fundas de polietileno de 10 x 15 cm y 12.5 x 20 cm, 68 bandejas de polietileno de 437 cc y 490 cc, polisombra (Sarán) con regulación de 80 % de sombra, madera para Construcción de umbráculos, reglas milimetradas, calibrador pie de rey digital, libreta de campo, cámara fotográfica, herramientas de campo, 1,71 m³ suelo agrícola, 0,27 m³ arena, 0,25 m³ bocashi, 0,13 m³ fosfoestiércol, 0,16 m³ de humus de lombriz.

3.2.2. Materiales de oficina y equipos de laboratorio

Computador, cinta adhesiva, material bibliográfico, microscopio, fundas de papel, estufa, balanza de precisión.

3.3. METODOLOGÍA GENERAL

3.3.1. Construcción y siembra en el germinador.

Se construyó el germinador con madera, a 50 cm sobre el nivel del suelo, con las siguientes dimensiones: 0.80 m ancho x 2.60 m largo y 0.20 m alto. Luego se realizó el llenado con el sustrato a base de suelo y arena; se lo llenó hasta una altura de 18 cm, luego se lo igualó y se desinfectó con agua hirviendo y cal; además, se dejó expuesto por 8 días a la radiación directa de sol.

En la finca de señor Fernando Reyes, del cantón Espíndola, se recolectó la semilla del café, se seleccionaron las mejores plantas, y se recogieron los mejores granos de la parte central de la planta, se despulpó y se dejó en agua por doce horas. Posteriormente se las lavó y se las colocó en una tela húmeda por 8 días, para acelerar la germinación.

Para la siembra en el germinador, se humedeció bien y luego se surco a distancia de 5 cm entre surco, se sembraron 5 200 semillas, luego se cubrió la semilla con una capa fina de suelo y se cubrió con hojas de plátano, cuando la germinación empezó, se quitó las hojas y se colocó una polisombra de color negro al 50 % de sombra, para proteger del sol los cotiledones y procurar conservar humedad suficiente para el desarrollo de las plántulas hasta su etapa de chapola.

3.3.2. Variables a evaluar en el germinador.

a. Porcentaje de emergencia.

Para obtener el porcentaje de germinación; se realizó una regla de tres simple; comparando la cantidad de semillas sembradas con el número de plántulas emergidas.

3.3.3. Preparación de sustratos

Para la preparación de los sustratos primeramente se inició con la recolección de los materiales, como: tierra agrícola, arena de río, bocashi, fosfoestiércol y humus de lombriz.

3.3.3.1. Preparación de sustrato a base de bocashi.

Se preparó a base de tierra agrícola, bocashi y arena en las proporciones 5:4:1; para la mezcla se colocó una capa de tierra una de bocashi y otra de arena, luego se le dio tres vueltas con la finalidad de tener una mezcla homogénea.

3.3.3.2. Preparación de sustrato a base de humus de lombriz

Se preparó a base de tierra agrícola, humus de lombriz y arena, en proporciones 7:2,5:0,5; de igual forma que en el anterior sustrato se colocó los materiales por capas y se mezclaron, obteniendo una mezcla homogénea.

3.3.3.3. Preparación de sustrato a base de fosfoestiércol

La preparación del sustrato se realizó a base de tierra agrícola, fosfoestiércol y arena, en proporciones 7:2:1; se colocó los materiales por capas, seguidamente se procedió a mezclarlos por tres veces hasta llegar a obtener una mezcla totalmente homogénea.

3.3.3.4. Preparación de sustrato a base de suelo agrícola.

En la preparación del sustrato a base de suelo agrícola, se utilizó tierra y arena en la siguiente proporción: 4 – 1. Posteriormente se realizó una mezcla de los dos componentes hasta homogenizarlos.

Todos los sustratos fueron desinfectados con agua hirviendo y dejando expuesto el material a la radiación solar por varios días. De cada uno de los sustratos se preparó 0.63 m³, que fue la cantidad que se requirió para el llenado de los recipientes de los diferentes tratamientos y réplicas.

La composición de cada uno de los sustratos se la determinó mediante un análisis físico-químico. Para lo cual se tomó una muestra de 1 kg de cada uno de los sustratos ya preparados y se los llevó al laboratorio de suelos

de la Universidad Nacional de Loja, para realizar el respectivo análisis. Los resultados se exponen en el anexo 1.

3.3.4. Llenado de fundas de polietileno.

Para llenar las fundas se utilizó una botella recortada en forma de mano, se llenaron 60 fundas por hora, esto no varió entre los dos tamaño. Lo que variaba fue la cantidad de sustrato utilizado.

3.3.5. Llenado de bandejas de polietileno

También se utilizó dos tamaños de bandejas, la primera tiene las siguientes características:

18 celdas redondas Especial.



CÓDIGO 1.	
AT-15-18E-0	T-20-18E-0
Dobles	Extra Dobles
3 x 6 celdas: diam: 77 mm	ltura: 180 mm
Medida de la bandeja: 540 x 285 mm	
Vol: 490 cc	

La segunda tiene las siguientes características:

18 celdas redondas



CÓDIGO 2.	
AT-15-18-0	AT-20-18-0
Dobles	Extra Dobles
3 x 6 celdas: diam: 76 mm	Altura: 120 mm
Medida de la bandeja: 540 x 285 mm	
Vol: 347 cc	

Las bandejas brindaron mayor facilidad para el llenado con sustrato, se las llenó en tres minutos a cada bandeja, al igual que en el caso anterior se encontró variación en el volumen de sustrato utilizado entre estos dos tipos de bandeja y no en el tiempo de llenado.

3.3.6. Trasplante del semillero a los recipientes

El trasplante se realizó a los 120 días de haber sembrado la semilla en el germinador. Antes de realizar el trasplante se aplicó riego hasta llegar a un punto de saturación, luego se abrió un hoyo pequeño en el centro de cada recipiente con una estaca puntiaguda, introduciéndola unos 8 centímetros de profundidad, seguidamente se introdujo las chapolas apretándolas ligeramente con la estaca para no dejar cámaras de aire, además se le proporcionó sombra para lo cual se utilizó una polisombra de color blanco al 70%.

3.3.7. Diseño experimental.

Para la presente investigación se utilizó un diseño bifactorial completamente al azar, con 4 tipos de sustratos, 4 tamaños de recipientes, 3 réplicas y cada réplica con 100 plantas, lo que da un resultado de 16 tratamientos, con un total de 4 800 plantas.

3.3.7.1. Factores y niveles a estudiar

Cuadro 4. Diseño experimental (Diseño Bifactorial completamente al azar).

FACTOR		NIVELES
(A)	Sustratos	1 Bocashi + arena + suelo (A)
		2 Humus de lombriz + arena + suelo (B)
		3 Fosfoestiércol + arena + suelo (C)
		4 Suelo agrícola + arena (D)
(B)	Recipientes	1 Funda 10 x 15 cm
		2 Funda 12.5 x 20 cm
		3 Bandeja de CÓDIGO 1
		4 Bandeja de CÓDIGO 2.

3.3.7.2. Descripción del tratamiento

Cuadro 5. Número de tratamientos utilizados en el diseño experimental (Diseño bifactorial completamente al azar)

Sustratos A	Recipiente (B)	Tratamiento	Código.
1 Suelo agrícola + arena	1 Funda 12.5 x 20 cm	T1	a1b1
1 Suelo agrícola + arena	2 Funda 10 x 15 cm	T2	a1b2
1 Suelo agrícola + arena	3 Bandeja de CÓDIGO 1	T3	a1b3
1 Suelo agrícola + arena	4 Bandeja de CÓDIGO 2.	T4	a1b4
2 Bocashi + arena + suelo	1 Funda 12.5 x 20 cm	T5	a2b1
2 Bocashi + arena + suelo	2 Funda 10 x 15 cm	T6	a2b2
2 Bocashi + arena + suelo	3 Bandeja de CÓDIGO 1	T7	a2b3
2 Bocashi + arena + suelo	4 Bandeja de CÓDIGO 2.	T8	a2b4
3 Humus de lombriz + arena + suelo	1 Funda 12.5 x 20 cm	T9	a3b1
3 Humus de lombriz + arena + suelo	2 Funda 10 x 15 cm	T10	a3b2
3 Humus de lombriz + arena + suelo	3 Bandeja de CÓDIGO 1	T11	a3b3
3 Humus de lombriz + arena + suelo	4 Bandeja de CÓDIGO 2.	T12	a3b4
4 Fosfoestiércol + arena + suelo	1 Funda 12.5 x 20 cm	T13	a4b1
4 Fosfoestiércol + arena + suelo	2 Funda 10 x 15 cm	T14	a4b2
4 Fosfoestiércol + arena + suelo	3 Bandeja de CÓDIGO 1	T15	a4b3
4 Fosfoestiércol + arena + suelo	4 Bandeja de CÓDIGO 2.	T16	a4b4

		REPETICIONES		
		1	2	3
TRA TA MI EN TOS	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

LEYENDA		
Código.	Sustratos A	Recipiente (B)
a1b1	Suelo agrícola + arena	Funda 12.5 x 20 cm
a1b2	Suelo agrícola + arena	Funda 10 x 15 cm
a1b3	Suelo agrícola + arena	Bandeja de CÓDIGO 1
a1b4	Suelo agrícola + arena	Bandeja de CÓDIGO 2.
a2b1	Bocashi + arena + suelo	Funda 12.5 x 20 cm
a2b2	Bocashi + arena + suelo	Funda 10 x 15 cm
a2b3	Bocashi + arena + suelo	Bandeja de CÓDIGO 1
a2b4	Bocashi + arena + suelo	Bandeja de CÓDIGO 2.
a3b1	Humus de lombriz + arena + suelo	Funda 12.5 x 20 cm
a3b2	Humus de lombriz + arena + suelo	Funda 10 x 15 cm
a3b3	Humus de lombriz + arena + suelo	Bandeja de CÓDIGO 1
a3b4	Humus de lombriz + arena + suelo	Bandeja de CÓDIGO 2.
a4b1	Fosfoestiércol + arena + suelo	Funda 12.5 x 20 cm
a4b2	Fosfoestiércol + arena + suelo	Funda 10 x 15 cm
a4b3	Fosfoestiércol + arena + suelo	Bandeja de CÓDIGO 1
a4b4	Fosfoestiércol + arena + suelo	Bandeja de CÓDIGO 2.

Figura 3. Distribución espacial de los tratamientos del diseño completamente aleatorizado con 16 tratamientos, 3 repeticiones y 100 plantas/unidad experimental, en condiciones de vivero.

3.3.7.3. Croquis del diseño experimental

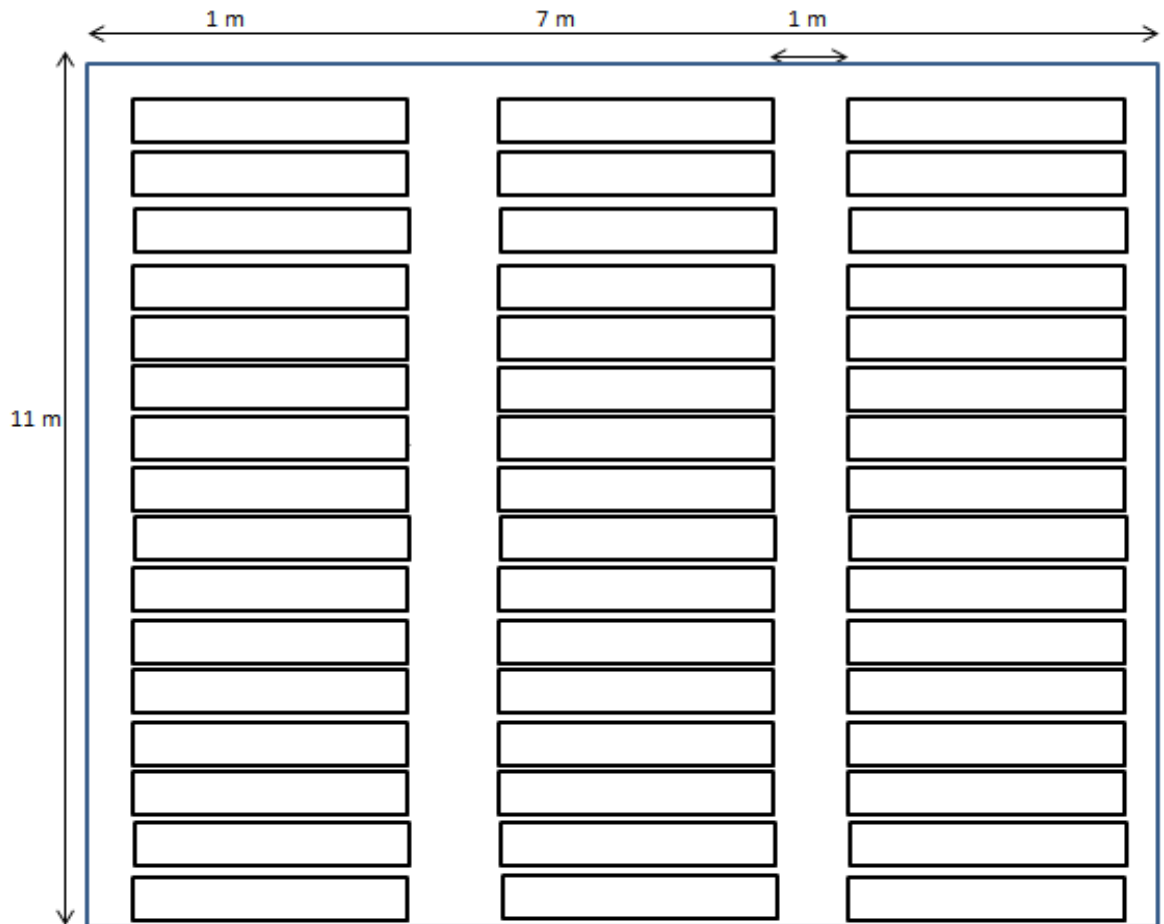


Figura 4. Croquis del diseño completamente aleatorizado para el establecimiento en el campo con 16 tratamientos, 3 repeticiones y 100 plantas/unidad experimental.

3.3.7.4. Croquis de la unidad experimental

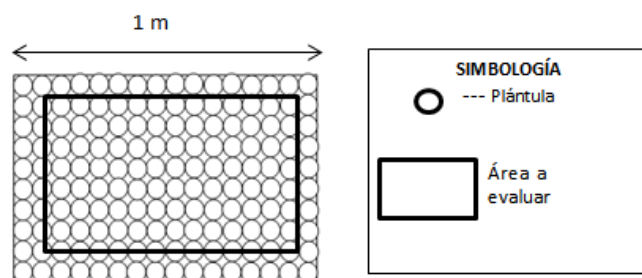


Figura 5. Croquis de la unidad experimental, con 100 plantas por unidad experimental para la evaluación de 5 plantas.

3.3.7.5. Especificaciones técnicas del diseño experimental

- Área por bandeja: 0.15 m²
- Área total de las bandejas: 20,4 m²
- Área total de las fundas: 24 m²
- Área total del experimento: 77 m²
- Número de tratamientos: 16
- Número de réplicas: 3
- Número de plantas por unidad experimental: 100
- Número de unidades experimentales: 48
- Número total de plantas del experimento: 4800 plantas.

3.3.7.6. Análisis de datos

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.

3.3.7.7. Hipótesis Estadísticas

H₀: El efecto de los sustratos y los tipos de recipientes son estadísticamente igual al nivel de significancia de 0,05.

H₁: Al menos dos de los tratamientos difieren estadísticamente al nivel de significancia de 0,05.

3.4. METODOLOGÍA PARA EL PRIMER OBJETIVO

“Identificar cuál de los sustratos y el tipo de recipientes es el más adecuado para el crecimiento y desarrollo de las plántulas de café en condiciones de vivero”.

Para dar cumplimiento con este objetivo, se evaluó las siguientes variables:

- Altura de las plántulas
- Diámetro del tallo
- Número de pares de hojas
- Longitud de la raíz
- Peso fresco y seco radicular
- Peso fresco y seco de la parte aérea
- Estimación del área foliar

a. Altura de las plántulas

Para medir este indicador se tomó datos una vez por mes durante seis meses después del trasplante, se midió desde el cuello de la raíz hasta el ápice.

b. Diámetro del tallo

Para la medición de este indicador se utilizó un calibrador, se realizó a un centímetro de altura desde el cuello de la raíz y se tomó datos una vez al mes durante seis meses.

c. Número de pares de hojas

Se tomó datos una vez al mes durante seis meses, se contabilizó los pares de hojas verdaderas que iban apareciendo en cada mes, teniendo en cuenta que una hoja verdadera es aquella que mida más 2 cm de ancho por 3 cm de largo.

d. Longitud de la raíz

Una vez finalizado el ensayo a los seis meses se procedió a extraer la plántula y se midió la raíz.

e. Peso fresco y seco radicular

Una vez finalizado el ensayo a los seis meses se extrajo cinco plántulas de cada unidad experimental, se realizó el pesado de las raíces en fresco y luego en seco.

f. Peso fresco y seco de la parte foliar.

De igual forma que en el caso anterior se procedió a cortar la parte aérea de las plántulas de café, se pesó en fresco y luego en seco.

g. Estimación del área foliar

Para determinar el área se midió el largo y ancho de las hojas y luego se aplicó la siguiente ecuación $y = 0,64 * (L * A) + 0,49$ (Vasudeva y Cols 1971; Soto 1980).

3.5. METODOLOGÍA DEL SEGUNDO OBJETIVO

“Determinar el tipo de sustrato y recipiente que presente los mejores parámetros de calidad y rentabilidad para el agricultor en la producción de plántulas de café.”

Para dar cumplimiento con este objetivo a mas de evaluar las siguientes variables: Altura de plántulas, Diámetro del tallo, Número de pares de hojas, Longitud de la raíz, Peso fresco y seco radicular, Peso fresco y seco de la parte aérea, Estimación del área foliar, se determinaron los costos de producción; los costos directos de los cuales se consideró la mano de obra, materiales y herramientas e insumos y la depreciación de las herramientas utilizadas en el proceso.

Cuadro 6. Determinación de los costos de producción para la producción de plantas de café en vivero.

Actividades.	Mano de obra.				Materiales.				Equipos y Herramientas					TOTAL	
	UM	Cant.	P. Unit.	V. Total.	Nomb.	UM	Cant.	p. Total.	V. Total.	Nomb	UM	Cant.	P. Unit.		V. Total.
Costos de producción directos															
Construcción del vivero															
Compra de la semilla															
Preparación del germinador															
Preparación de los sustratos															
Compra de fundas															
Compra de bandejas															
Llenado de recipientes															
Trasplante															
Pago de agua															
Manejo del vivero															
Costos de producción indirectos															
Imprevistos 10 %															
Administración 5%															
Total															

Para determinar los costos de producción de la presente investigación se determinaron los siguientes indicadores microeconómicos.

- ✓ Número de plántulas (en el vivero).
- ✓ Costos de producción
- ✓ Valor bruto de la producción (VBP)

$$\text{VBP} = \text{N}^\circ \text{ de plántulas} \times \text{precio a nivel de finca}$$

- ✓ Ingreso neto

$$\text{IN} = \text{VBP} - \text{CP}$$

- ✓ Precio de la finca

$$\text{Precio de finca} = \text{costo unitario} + \text{tasa media de ganancias}$$

- ✓ Tasa simple de rentabilidad

$$\text{Tasa simple de rentabilidad} = \frac{\text{IN}}{\text{CP}} \times 100.$$

- ✓ Relación beneficio/costo

$$\text{Valor bruto de la producción/costo de la producción}$$

3.6. METODOLOGÍA DEL TERCER OBJETIVO

“Difundir la tecnología generada de la investigación a estudiantes de carrera y agricultores interesados en la producción de plántulas de café en condiciones de vivero”.

Para dar a conocer los resultados de este trabajo investigativo se realizó un seminario y un día de campo en el lugar del experimento en el cual se expuso los resultados que se obtuvieron una vez finalizado el trabajo.

También se entregó un tríptico en el cual consta un resumen del trabajo realizado.

IV. RESULTADOS

Las plántulas de café en el barrio Cararango, Parroquia San Pedro de Vilcabamba; emergieron entre los 80 - 90 días después de haberlas sembrado y se obtuvo un 91,25 % de emergencia.

4.1. ALTURA DE LAS PLÁNTULAS

Cuadro 7. Efecto de los cuatro sustratos y tipos de recipientes en el crecimiento de las plántulas de café, *Coffea arábica* V. *typica*, al final de la evaluación, Cararango, 2014.

N	Tratamiento		Cód	Medias cm.	Código
	Sustrato. A	Recipiente. B			
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	20,2	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 10 x 15 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 <u>G</u>

En el cuadro 7 se presenta el efecto de los sustratos y los tipos de recipientes en cuanto al crecimiento de las plántulas de café en vivero; en la variable altura de las plántulas, se registró los mejores resultados en los tratamientos **T13** (fosfoestiércol + suelo + arena en funda de 12,5 x 20 cm), **T5** (bocashi + arena +

suelo en funda de 12,5 x 20 cm), **T10** (humus de lombriz + arena + suelo en funda de 12,5 x 20 cm), con medias de 22.78, 21.99, 20.32 cm respectivamente, que difieren estadísticamente con relación a los demás tratamientos: **T4, T3, T1**, (suelo + arena), que se diferencian estadísticamente, con medias de 14.37, 13.58 12.35 cm respectivamente, las cuales son plántulas de menor altura.

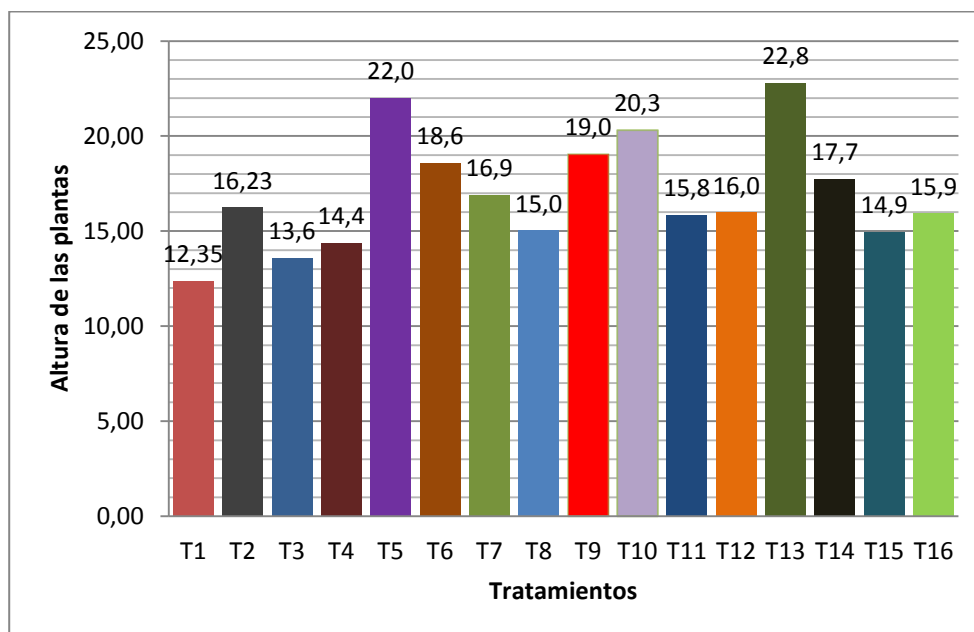


Figura 6. Altura de las plántulas de café, *Coffea arabica* V. typica, en el último mes de evaluación, Cararango, 2014.

Así mismo en la figura 6, se puede observar el efecto de los sustratos y los tipos de recipiente en el crecimiento de las plántulas de café, durante el último mes de evaluación, donde se puede ver, que los mejores tratamientos en cuanto a la variable altura de las plántulas son: **T13, T5, T10 Y T9**, con una media que supera los 20,0 cm de altura a diferencia en los tratamientos: **T1, T3, T4**, que son los que presentan menor altura.

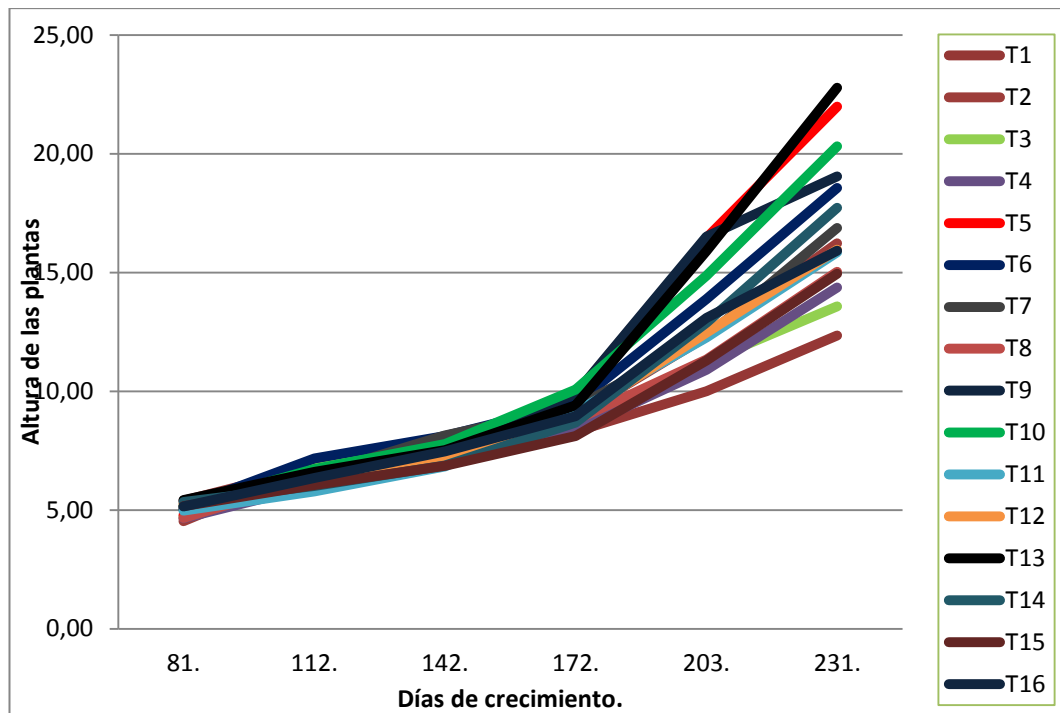


Figura 7. Curva de crecimiento de las plántulas de café, *Coffea arabica* V. typica, durante los 6 meses de evaluación, Cararango, 2014.

En la gráfica 7, se puede observar el crecimiento de las plántulas de café durante los 6 meses de evaluación: se puede observar en los primeros meses el crecimiento fue uniforme en todos los tratamientos, debido a que la plántulas en los 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 ya se pudo observar el efecto de cada uno de los sustratos y el tipo de recipiente utilizado en el crecimientos de las plántulas. En este caso se pudo observar que el **T13** es el que más creció y el que menos creció fue el **T1**.

4.2. DIÁMETRO DEL TALLO

Cuadro 8. Efecto de los sustratos y recipientes en cuanto al diámetro del tallo de las plántulas de café, *Coffea arabica* V. *typica*, al final de la evaluación, Cararango, 2014.

N	Tratamiento		Código	Medias mm	Código
	Sustrato A	Recipiente B			
5	B+A+S	F12.5 x 20 cm	a2b1	3,86	A
13	F+A+S	F12.5 x 20 cm	a4b1	3,71	A B
9	HL+A+S	F12.5 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	2,8	E F G
3	S+A	BCÓDIGO 1	a1b3	2,64	F G
1	S+A	F12.5 x 20 cm	a1b1	2,54	G

En cuanto a la variable diámetro del tallo de las plántulas de café, se presentan en el cuadro 8, en donde se determinó que si existe interacción entre los factores (tipo de sustrato y tipo de recipiente) en el crecimiento de las plántulas, lo que nos indica que si existe gran variabilidad entre los tratamientos evaluados; registrando el mayor diámetro del tallo en el tratamiento **T5**, con una media de 3,84 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 cuales fueron a base de

suelo + arena y en el recipiente más pequeño, presentado una media entre 2.54, a 2.82 mm respectivamente.

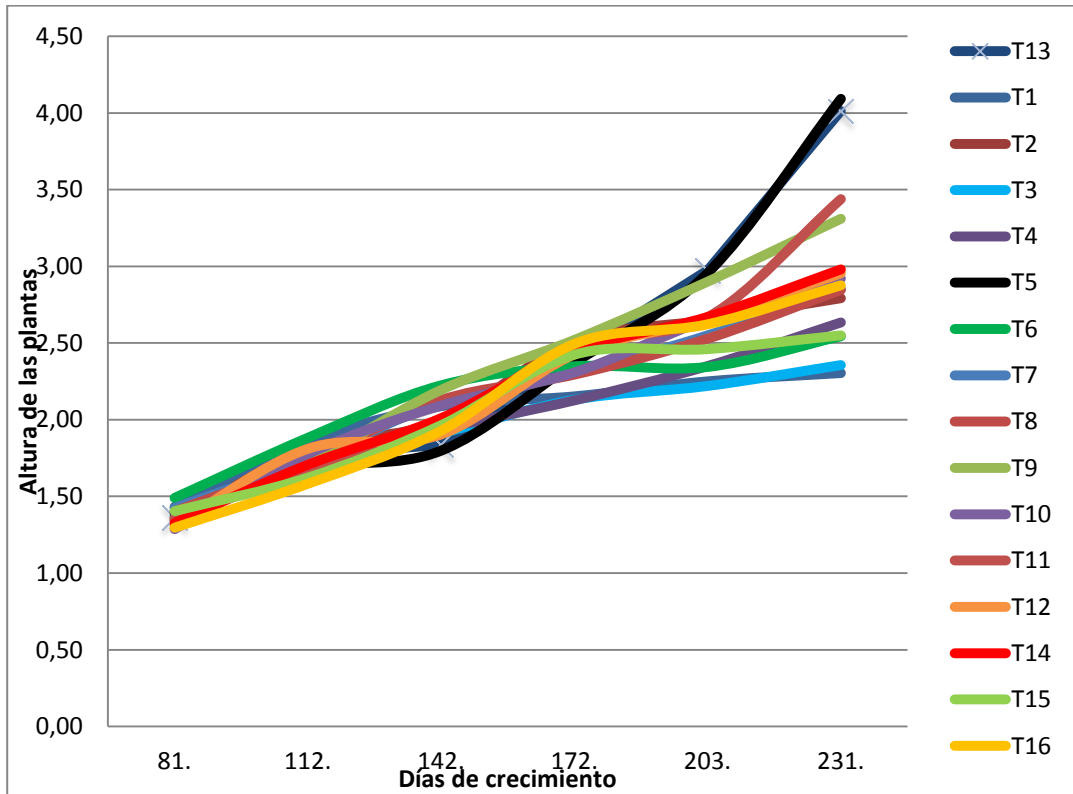


Figura 8. Curva de crecimiento del diámetro del tallo de las plántulas de café, *Coffea arábica* V. típica, durante los 6 meses de evaluación, Cararango, 2014.

En la figura 8, se puede ver el efecto de los sustratos y el tipo de recipiente en el crecimiento del diámetro del tallo de las plántulas de café, durante los 6 meses de evaluación, donde se puede observar claramente que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos **T3** con el **T5** sobretodo en el último mes de evaluación, porque hasta los 203 días no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

4.3. NÚMERO DE PARES DE HOJAS

Cuadro 9. Efecto de los sustratos y recipientes en cuanto al número de pares de hojas en las plántulas de café, *Coffea arabica* V. *typica*, al final de la evaluación, Cararango, 2014.

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	6,2	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	B C
8	B+A+S	BCÓDIGO 2.	a2b4	6	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	5,6	C

En el cuadro 9, se puede apreciar la variable número de pares de hojas, sobre el efecto de los sustratos y el tipo de recipiente. En la cual se determinó que el tratamiento **T5**, es él que tuvo mayor número de pares de hojas, registrándose una media de 6,90 pares de hojas. A diferencia de los demás tratamientos que no difieren estadísticamente entre sí; registrando el tratamiento **T1** con el menor número de pares de hojas, superándose una media de 5,60 pares de hojas. Esto se dio debido a que el tiempo aproximado para que aparezcan un par de hoja, es de 20 a 30 días; por lo cual cada mes se iba registrando un nuevo par de hojas.

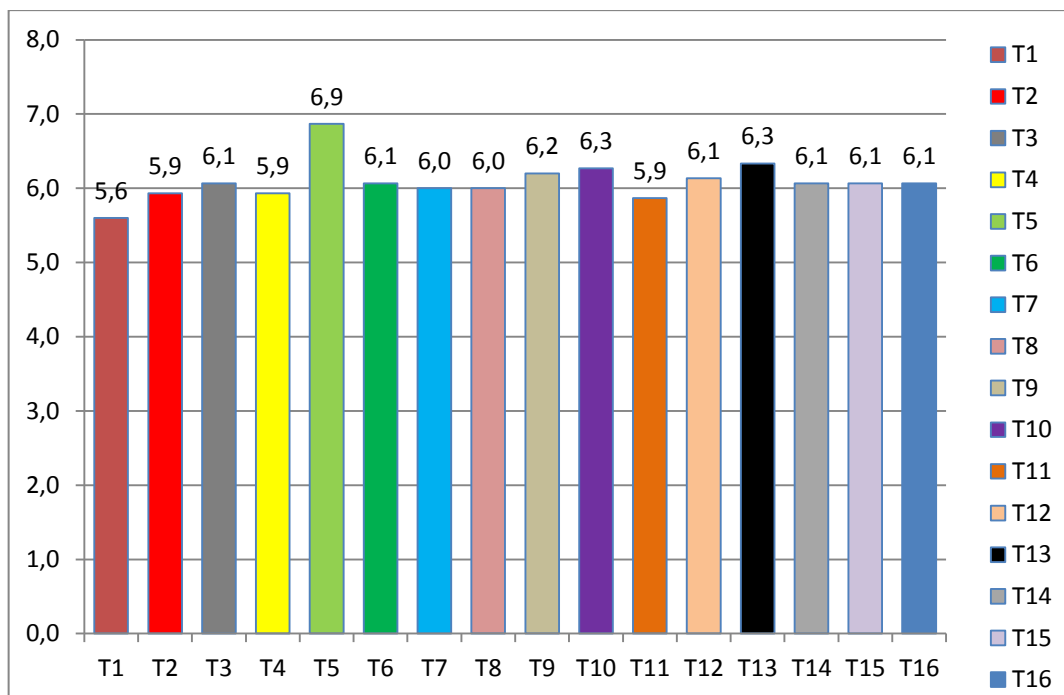


Figura 9. Número de pares de hojas de las plántulas de café, *Coffea arabica* V. *typica*, en el último mes de evaluación, Cararango, 2014.

En la Figura 9, se observa el número de pares de hojas, se puede ver que las plántulas que presentan un mayor número de pares de hojas son las del tratamiento **T5**, con una media de 6,9 pares, mientras que los demás tratamientos no difieren estadísticamente, registrándose el **T1** con menor número de pares de hojas 5.6.

4.4. LONGITUD DE LA RAÍZ

Cuadro 10. Efecto de los sustratos y recipientes en cuanto a la longitud de la raíz de las plántulas de café, *Coffea arabica* V. typica, al final de la evaluación, Cararango, 2014.

N	Tratamiento		Código	Medias cm	Código
	Sustrato. A	Recipiente. B			
9	HL+A+S	F12.5 x 20 cm	a3b1	19,93	A
5	B+A+S	F12.5 x 20 cm	a2b1	19,25	A
13	F+A+S	F12.5 x 20 cm	a4b1	18,74	B
1	S+A	F12.5 x 20 cm	a3b2	16,53	B C
14	F+A+S	F 10 x 15 cm	a4b2	16,48	B C
6	B+A+S	F 10 x 15 cm	a2b2	16,08	B C
2	S+A	F 10 x 15 cm	a1b2	15,8	C D
10	HL+A+S	F 10 x 15 cm	a3b2	15,57	C D E
8	B+A+S	BCÓDIGO 2.	a2b4	15,45	D E F
16	F+A+S	BCÓDIGO 2.	a4b4	15,33	D E F
12	HL+A+S	BCÓDIGO 2	a3b4	15,25	D E F
4	S+A	BCÓDIGO 2	a2b4	15,07	E F
7	B+A+S	BCÓDIGO 1	a2b3	14,87	E F
11	HL+A+S	BCÓDIGO 1	a3b3	14,83	F
15	F+A+S	BCÓDIGO 1	a4b3	14,81	F
3	S+A	BCÓDIGO 1	a1b3	14,8	F

En el cuadro 10, se presenta la variable longitud radicular de las plántulas de café, se pudo determinar que si existe diferencia significativa entre tratamientos. Registrando un mayor crecimiento radicular en el tratamiento **T9**, con una media de 19,93 cm, seguido del tratamiento **T5**, presentando una media de 19,25 cm de longitud; Mientras que la menor longitud se pudo determinar en los tratamientos **T11**, con una media de 14,83 cm, seguido del tratamiento **T15**, y por último el **T3**, con una media de 14,80 cm.

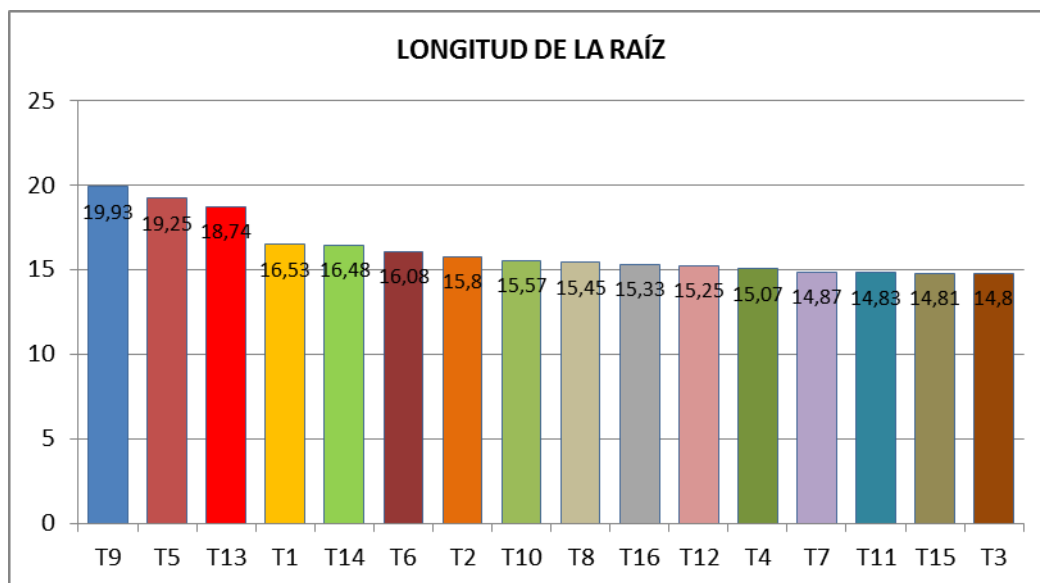


Figura 10. Efecto de los sustratos y recipientes sobre la longitud de la raíz de las plántulas de café, *Coffea arábica* V. *typica*, al final de la evaluación, Cararango, 2014.

En la figura 10, se presenta la longitud de las raíces, se puede observar claramente que los tratamientos que alcanzaron las mayores longitudes son: **T9**, **T5** y **T13**, mientras que el resto de tratamientos no difieren estadísticamente siendo el **T3** el de menor longitud.

4.5. PESO SECO RADICULAR

Cuadro 11. Efecto de los sustratos y recipientes en relación al peso seco radicular de las plántulas de café, *Coffea arabica* V. *typica*, al final de la evaluación, Cararango, 2014.

N	Tratamiento		Código	Medias gr.	Código
	Sustrat. A	Recip. B			
5	B+A+S	F12.5 x 20 cm	a2b1	1,32	A
9	HL+A+S	F12.5 x 20 cm	a3b1	1,12	A B
13	B+A+S	F12.5 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	F12.5 x 20 cm	a1b1	0,49	E

En el cuadro 11 se puede observar el peso seco radicular de las plántulas de café, en donde se determinó que si existe diferencia significativa. Para lo cual, los tratamientos que tuvieron mayor peso en masa seca fueron; **T5** y **T9**, con medias de 1,32 gr y 1,12 gr respectivamente. Mientras que los menores pesos se registraron en los tratamientos; **T4** (suelo + arena en bandeja cód. 2) y **T1** (suelo + arena en bandeja en funda de 12.5 x 20 cm), con media de 0,58 gr y 0,49 gr, respectivamente.

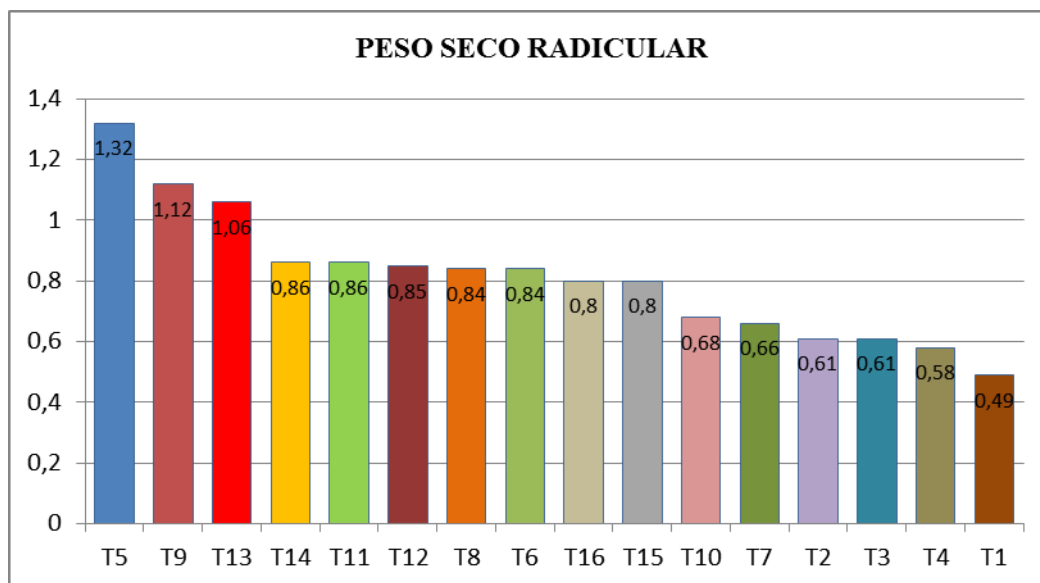


Figura 11. Efecto de los sustratos y recipientes en relación al peso seco radicular de las plántulas de café, *Coffea arabica* V. *typica*, al final de la evaluación, Cararango, 2014.

En la figura 11, se puede apreciar claramente que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos **T5** con el **T1**, ya que los tratamientos **T5**, **T9** y **T13** son los que tiene el mayor peso seco radicular mientras que el **T3**, **T4** y **T1** son los que tiene los menores pesos.

4.6. PESO SECO DE LA PARTE AÉREA.

Cuadro 12. Efecto de los sustratos y tipos de recipientes en relación al peso seco de la parte aérea de las plántulas de café, *Coffea arabica* V. *typica*, al final de la evaluación, Cararango, 2014.

N	Tratamiento		Código	Medias gr.	Código
	Sustrat. A	Recip. B			
5	B+A+S	F12.5 x 20 cm	a2b1	3,59	A
13	F+A+S	F12.5 x 20 cm	a4b1	2,7	B
9	HL+A+S	F12.5 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	F12.5 x 20 cm	a1b1	1,19	F

En el cuadro 12, se puede apreciar el peso seco de la parte aérea de las plántulas de café, se determinó que si existe diferencia significativa entre los tratamientos. Para lo cual, el tratamiento que tuvo mayor peso, es el **T5** con una media de 3,59 gr, mientras que los demás tratamientos no difieren estadísticamente, a diferencia del tratamiento **T1** que presenta el menor peso, con una media de 1,19 gr.

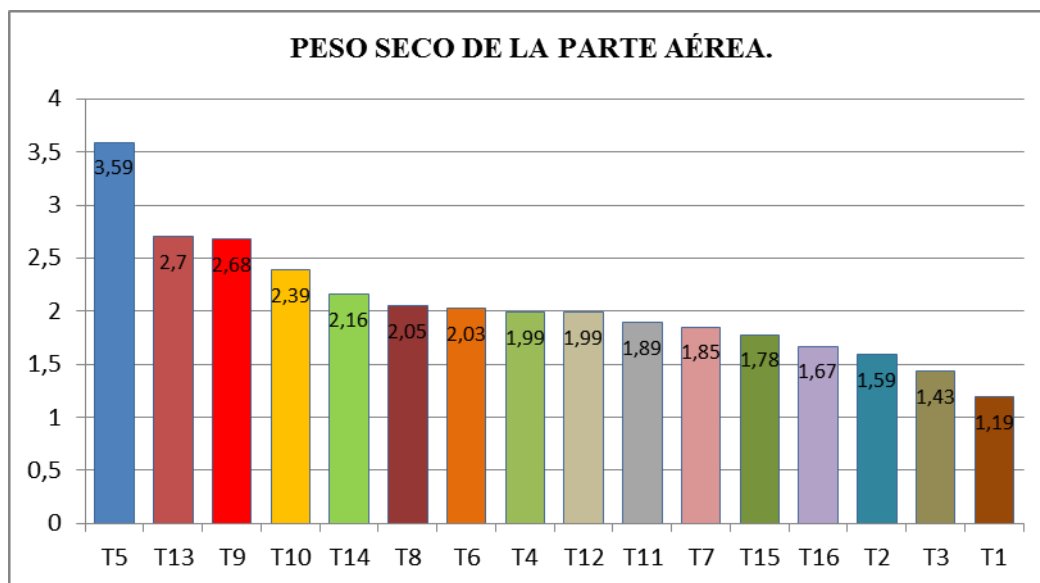


Figura 12. Efecto de los sustratos y tipos de recipientes en relación al peso seco de la parte aérea de las plántulas de café, *Coffea arabica* V. *typica*, al final de la evaluación, Cararango, 2014.

En la figura 12, se puede apreciar claramente que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos **T5** con el **T1**, ya que los tratamientos **T5**, **T13** y **T9** son los que tiene el mayor peso seco de la parte aérea mientras que el **T3**, **T4** y **T1** son los que tiene los menores pesos.

4.7. PESO SECO TOTAL DE LAS PLÁNTULAS DE CAFÉ.

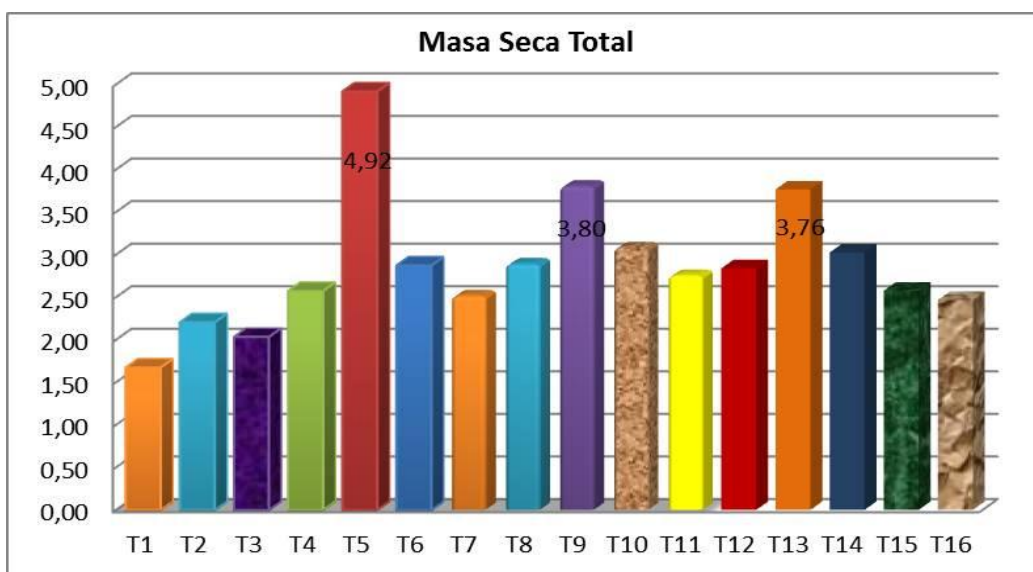


Figura 13. Peso seco total de toda la plántula de café, *Coffea arábica* V. típica, en el último mes de evaluación, Cararango, 2014.

En la figura 13 se puede apreciar claramente que el **T5** presenta los mejores parámetros en cuanto a materia seca total de las plántulas, seguido del **T9** y **T13**; los tratamientos **T1**, **T2** y **T3** son los que presentan los menores pesos de materia seca.

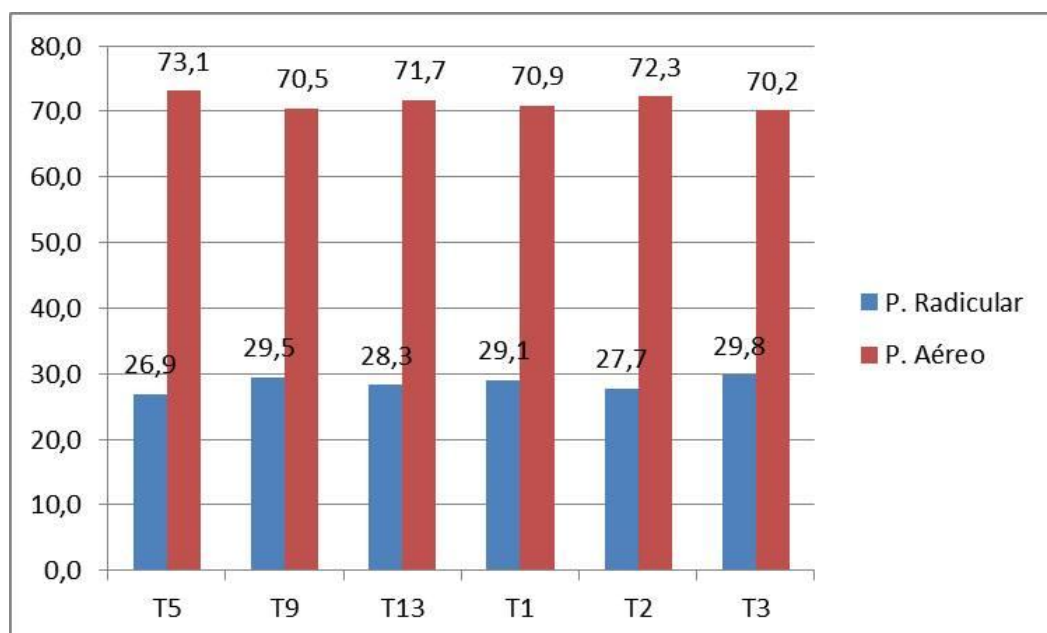


Figura 14. Porcentajes del peso seco total de toda la plántula de café, *Coffea arábica* V. típica, en el último mes de evaluación, Cararango, 2014.

En la figura 14 se puede observar el efecto de los sustratos, en cuanto a los porcentajes de materia seca de la raíz y la parte aérea; podemos ver que no existen diferencias significativas en cuanto al porcentaje que posee la materia seca de la raíz en los tratamientos ya que en los mejores tratamientos y en los que tiene los menores pesos el porcentaje de materia seca de la raíz esta oscilando entre el 26.9 a 29.5 %.

4.8. ESTIMACIÓN DEL ÁREA FOLIAR

Cuadro 13. Efecto de los sustratos y tipos de recipientes en relación a la estimación del área foliar de las plántulas de café, *Coffea arabica* V. typica, al final de la evaluación, Cararango, 2014.

N	Tratamiento		Código	Medias Cm ²	Código
	Sustrat. A	Recip. B			
5	B+A+S	F12.5 x 20 cm	a2b1	346,42	A
9	HL+A+S	F12.5 x 20 cm	a3b1	303,22	A
13	F+A+S	F12.5 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	F12.5 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

En cuanto al crecimiento del área foliar, en el cuadro 13 se muestra que si existe interacción entre los niveles sustratos y tipos de recipientes en el crecimiento de las plántulas de café, esto nos indica que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos, por lo cual los mejores tratamientos son el **T5** y el **T9** y **T13**, con medias de: 346,42, 303,22 y 251,63cm² respectivamente de área foliar. Los tratamientos que demostraron menor crecimiento foliar son; **T3**, **T4**, **T16**, registrándose medias que van; 143.87, 142.66 y 136,66 cm² respectivamente.

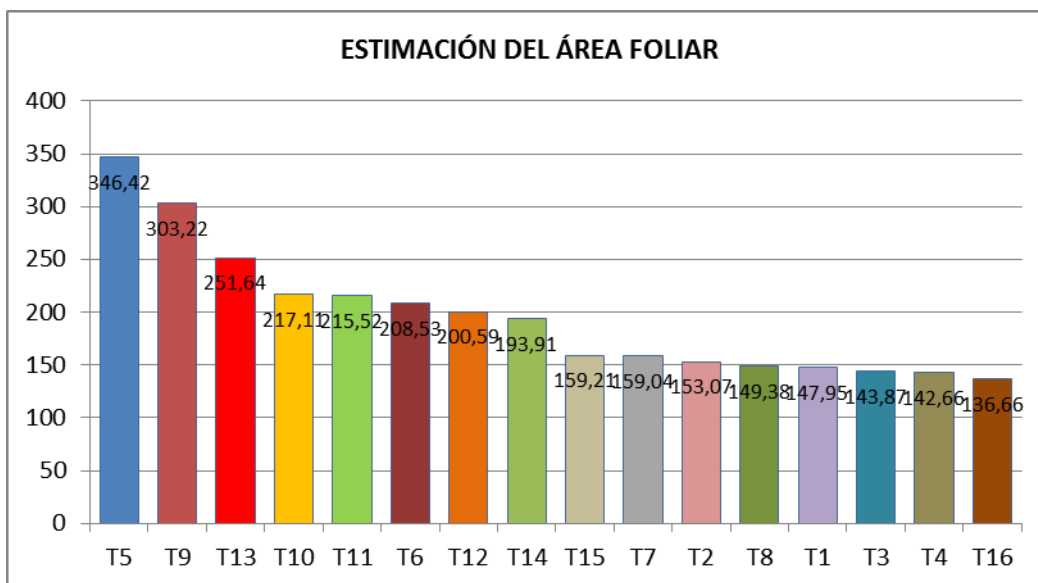


Figura 15. Efecto de los sustratos y tipos de recipientes en relación a la estimación del área foliar de las plántulas de café, *Coffea arábica* V. *typica*, al final de la evaluación, Cararango, 2014.

En la grafica 15 se observa la estimación del área foliar de las plántulas de café en donde existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos, por lo cual los mejores tratamientos son el **T5** y el **T9** y **T13**, con medias de: 346,42, 303,22 y 251,63cm² respectivamente de área foliar.

4.9. ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE CAFÉ EN VIVERO.

Cuadro 14. Costos (USD) para la producción de 4800 plántulas de café en condiciones de vivero en diferentes tipos de sustratos y recipientes, Carango, 2014.

Tratamientos				Compr a de semilla	Construcci ón Germinad or	Siemb ra	Preparac ión del terreno	Construcci ón vivero	Compra de recipient es	Costo abonos	Preparaci ón de sustratos	Llenad o Recipi entes	Traspl ante	Diseño sistema de riego	Ferti lizaci ón	Manejo agronómico	Total para 300 Planta.	Relaci ón para 1000 Plántu las
N	Sustrat. A	Recip. B	Código															
1	S+A	F12.5 x 20 cm	a1b1	0,4	1,99	0,96	2,56	10,6	2,7	1,5	0,85	6,12	1,88	0,75	0,85	10,62	41,8	139,3
2	S+A	F 10 x 15 cm	a1b2	0,4	1,99	0,96	2,56	10,6	2,25	1,3	0,85	6,12	1,88	0,75	0,85	10,62	41,1	137,1
3	S+A	BCÓDIGO 1	a1b3	0,4	1,99	0,96	2,56	10,6	7,31	1,2	0,85	2,15	1,88	0,75	0,85	10,62	42,1	140,4
4	S+A	BCÓDIGO 2.	a1b4	0,4	1,99	0,96	2,56	10,6	7,88	1,1	0,85	2,15	1,88	0,75	0,85	10,62	42,6	142,0
5	B+A+S	F12.5 x 20 cm	a2b1	0,4	1,99	0,96	2,56	10,6	2,7	5	0,85	6,12	1,88	0,75	0,85	10,62	45,3	150,9
6	B+A+S	F 10 x 15 cm	a2b2	0,4	1,99	0,96	2,56	10,6	2,25	4,5	0,85	6,12	1,88	0,75	0,85	10,62	44,3	147,8
7	B+A+S	BCÓDIGO 1	a2b3	0,4	1,99	0,96	2,56	10,6	7,31	4	0,85	2,15	1,88	0,75	0,85	10,62	44,9	149,7
8	B+A+S	BCÓDIGO 2.	a2b4	0,4	1,99	0,96	2,56	10,6	7,88	4	0,85	2,15	1,88	0,75	0,85	10,62	45,5	151,6
9	HL+A+S	F12.5 x 20 cm	a3b1	0,4	1,99	0,96	2,56	10,6	2,7	5	0,85	6,12	1,88	0,75	0,85	10,62	45,3	150,9
10	HL+A+S	F 10 x 15 cm	a3b2	0,4	1,99	0,96	2,56	10,6	2,25	4	0,85	6,12	1,88	0,75	0,85	10,62	43,8	146,1
11	HL+A+S	BCÓDIGO 1	a3b3	0,4	1,99	0,96	2,56	10,6	7,31	3,5	0,85	2,15	1,88	0,75	0,85	10,62	44,4	148,1
12	HL+A+S	BCÓDIGO 2.	a3b4	0,4	1,99	0,96	2,56	10,6	7,88	3,5	0,85	2,15	1,88	0,75	0,85	10,62	45,0	150,0
13	F+A+S	F12.5 x 20 cm	a4b1	0,4	1,99	0,96	2,56	10,6	2,7	5	0,85	6,12	1,88	0,75	0,85	10,62	45,3	150,9
14	F+A+S	F 10 x 15 cm	a4b2	0,4	1,99	0,96	2,56	10,6	2,25	4	0,85	6,12	1,88	0,75	0,85	10,62	43,8	146,1
15	F+A+S	BCÓDIGO 1	a4b3	0,4	1,99	0,96	2,56	10,6	7,31	3,5	0,85	2,15	1,88	0,75	0,85	10,62	44,4	148,1
16	F+A+S	BCÓDIGO 2.	a4b4	0,4	1,99	0,96	2,56	10,6	7,88	3,5	0,85	2,15	1,88	0,75	0,85	10,62	45,0	150,0
Total				6,4	31,84	15,36	40,96	169,6	80,56	54,6	13,6	66,16	30	12	13,6	169,92	691,0	2303,3

En el cuadro 14, se presenta los costos de producción por actividad, para la producción de plántulas de café en condiciones de vivero. En la cual se determinó que la calidad de las plántulas está en relación directa con el costo (tipo de sustrato, tipo de recipiente, llenado de los recipientes, manejo agronómico). Los tratamientos a base de suelo + arena son los que presentan menores costos de producción pero la calidad de las plántulas son bajas, mientras que los tratamientos a base de: bocashi (40 %), humus de lombriz (25 %) y fosfoestiércol (20 %), si influye en la calidad de las plántulas. Los mejores tratamientos determinados anteriormente son **T5, T9, T13**, (mejor calidad de las plántulas), los costos para producir cada tratamiento es el siguiente: 45.035, 46.035 y 47.35 dólares, todos en funda de 12,5 x 20 cm. Mientras que los tratamientos con los mismos sustratos pero en bandeja, tienen mayores costos de producción con relación a los producidos en fundas de polietileno.

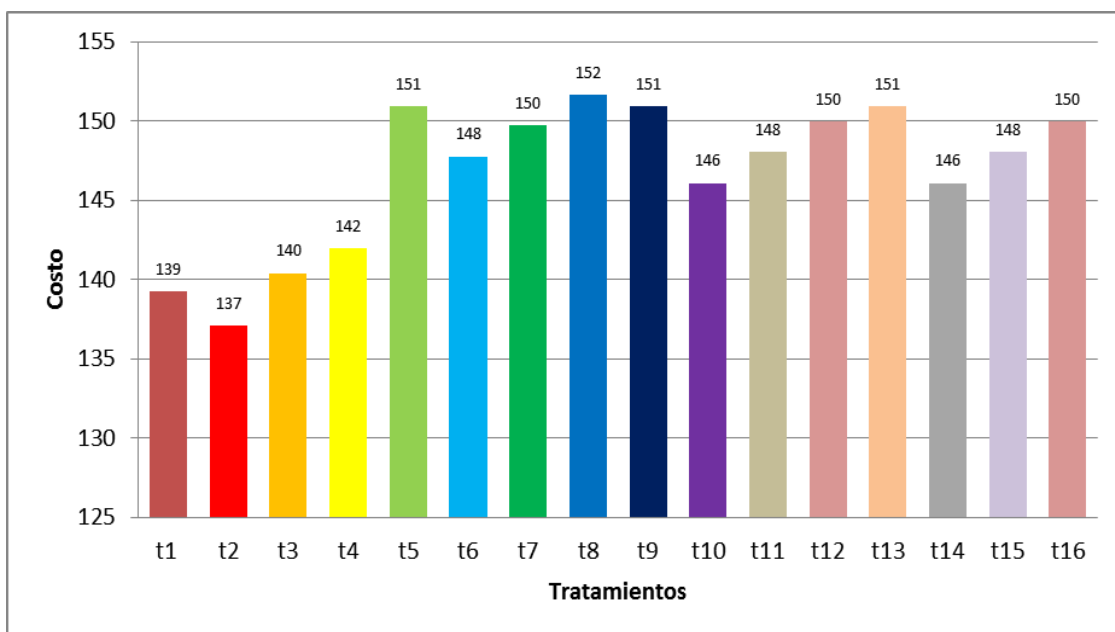


Figura 16. Costos (USD) para la producción de 1000 plántulas de café en condiciones de vivero en diferentes tipos de sustratos y recipientes, Cararango, 2014.

En la figura 16, se presenta los costos de producción de cada uno de los tratamientos en relación a la producción de 1000 plántulas, en el cual se puede observar que los tratamientos en las fundas tienen menos costos con relación a los producidos en las bandejas con los mismos tipos de sustratos utilizados además los costos están en función al volumen de sustrato utilizado, el tipo de recipiente y tipo de sustrato; podemos observar que el tratamiento más barato es el **T2** (en funda pequeña) y el que cuesta más es el **T8** (bandeja).

4.10.INDICADORES MICROECONÓMICOS

Cuadro 15. Determinación de los indicadores microeconómicos para la producción de 16000 plántulas de café, *Coffea arábica v. typica*, Cararango, 2014.

Tratamientos				N. plant/trata	Costo Producción	Costo unitario	Precio de finca	Precio de mercado	VBR	Ingreso neto	TSR	B/C
N	Sustrat. A	Recip. B	Código									
1	S+A	F12.5 x 20 cm	a1b1	1000	139,3	0,14	0,16	0,30	300	160,7	115,4	2,2
2	S+A	F 10 x 15 cm	a1b2	1000	137,1	0,14	0,16	0,30	300	162,9	118,8	2,2
3	S+A	BCÓDIGO 1	a1b3	1000	140,4	0,14	0,17	0,30	300	159,6	113,7	2,1
4	S+A	BCÓDIGO 2.	a1b4	1000	142	0,14	0,17	0,30	300	158,0	111,3	2,1
5	B+A+S	F12.5 x 20 cm	a2b1	1000	150,9	0,15	0,18	0,30	300	149,1	98,8	2,0
6	B+A+S	F 10 x 15 cm	a2b2	1000	147,8	0,15	0,17	0,30	300	152,2	103,0	2,0
7	B+A+S	BCÓDIGO 1	a2b3	1000	149,7	0,15	0,17	0,30	300	150,3	100,4	2,0
8	B+A+S	BCÓDIGO 2.	a2b4	1000	151,6	0,15	0,18	0,30	300	148,4	97,9	2,0
9	HL+A+S	F12.5 x 20 cm	a3b1	1000	150,9	0,15	0,18	0,30	300	149,1	98,8	2,0
10	HL+A+S	F 10 x 15 cm	a3b2	1000	146,1	0,15	0,17	0,30	300	153,9	105,3	2,1
11	HL+A+S	BCÓDIGO 1	a3b3	1000	148,1	0,15	0,17	0,30	300	151,9	102,6	2,0
12	HL+A+S	BCÓDIGO 2.	a3b4	1000	150	0,15	0,18	0,30	300	150,0	100,0	2,0
13	F+A+S	F12.5 x 20 cm	a4b1	1000	150,9	0,15	0,18	0,30	300	149,1	98,8	2,0
14	F+A+S	F 10 x 15 cm	a4b2	1000	146,1	0,15	0,17	0,30	300	153,9	105,3	2,1
15	F+A+S	BCÓDIGO 1	a4b3	1000	148,1	0,15	0,17	0,30	300	151,9	102,6	2,0
16	F+A+S	BCÓDIGO 2.	a4b4	1000	150	0,15	0,18	0,30	300	150,0	100,0	2,0
Total				16000	2349				4800	2451		

En el cuadro 15, se presentan los indicadores microeconómicos, en donde se puede observar que el costo unitaria de cada plántula de café a nivel de finca, dependiendo del tratamiento oscila entre 16 - 18 centavos/planta. El precio de mercado es de 0,30 dolares/planta, generando un valor bruto de la producción de 4800,0 dólares en la producción de 16000 plántulas, generando un ingreso neto de 2451,0 dólares.

La tasa simple de rentabilidad fluctúa (TSR) entre 100 - 115 %, esto quiere decir que con cualquiera de estas tasas el productor tiene ganancias del capital invertido.

En cuanto al eneficio/costo de la producción se determinó, que por cada dólar invertido se recupera de 2 a 2.2 dólares, es decir mientras más invierta mayores serían las oportunidades de ganancia.

4.11. DIFUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de la investigación se dieron a conocer en el sector Cararango, parroquia de San Pedro de Vilcabamba la cual fue divulgada a agricultores y estudiantes de la carrera de Ingeniería Agronómica y profesionales, la presentación estuvo a cargo del Ing. Max Encalada director del proyecto de tesis, además se entregaron folletos divulgativos.

La exposición quedó a cargo de los señores Antonio Javier Alejo palacios y Luis Reinaldo Reyes Calva, mediante la técnica de la exposición teoría - práctica, en la cual se dio a conocer el tema investigado, objetivos, metodología, resultados y conclusiones del proyecto.

V. DISCUSIÓN

El efecto de la utilización de abonos orgánicos en la producción de plántula es muy favorable en cuanto al crecimiento longitudinal de las plantas de café (Castellón *et al.* 2000 y Romero *et al.* 2000), los mismos pueden ser utilizados en otros cultivos ya que cumplen las mismas funciones de nutrición y ayudan para el crecimiento y desarrollo de plántulas.

Los mejores efectos de los diferentes tipos de sustratos utilizados en el crecimiento y desarrollo de las plántulas de café en condiciones de vivero, fueron en los tratamientos T5 (bocashi 40 %), T9 (humus de lombriz 25 %) y T13 (fosfoestiércol 20 %), el porcentaje de abono aplicado favoreció muy bien al crecimiento tanto radicular como aéreo de las plántulas de café, 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 fosfoestiércol en proporciones más pequeñas, todos estos tratamiento en las fundas (12.5 x 20 cm) debido a que estas fundas le prestaron el suficiente espacio para el desarrollo radicular además tenían la cantidad ideal de sustrato para conservar la humedad y temperatura adecuada.

Los volúmenes de los sustratos estudiados en diferentes tipos de recipientes; bandejas de 490 cm³ (Cód. 1), 347 cm³ (Cód. 2) y fundas de 471 cm³ (10 x 15 cm) y 745 cm³ (12.5 x 20 cm), se determinó que; en las bandejas, los periodos de riego deben ser más seguidos debido a que las bandejas se deshidratan con mayor

facilidad, mientras que, en las fundas el periodo de riego se prolonga más debido a que estos envases cuentan con orificios a dos o tres centímetros sobre el nivel del suelo, provocando que no se drene totalmente el agua recibida, lo cual ayuda a mantener el sustrato saturado por más tiempo sobre el nivel de capacidad de campo.

Con relación a la primera variable evaluada “Altura de las Plántulas de Café”. Gonzáles (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 efectos de diferentes tipos y volúmenes de sustratos en el desarrollo vegetativo de plántulas de café arábigo a nivel de vivero, demostrando que el sustrato a base de suelo natural en las bandejas 300 cc; es la nueva tecnología para logra un mejor crecimiento de la plántula. Mientras Blandón (2008), evaluó a los 120 días, utilizando 30 % de humus de lombriz en bolsas, registro una altura de 7.5 cm. En nuestro experimento realizado en la localidad de Cararango se evaluó el efecto de cuatro sustratos y cuatro tipos de recipientes en el crecimiento de plántulas de café, la toma de datos se realizó hasta los 6 meses de evaluación, donde los mejores tratamientos fueron: **T13**, **T5** y **T10** registrándose una media de: 22,78, 21,99 y 20,32 cm de altura respectivamente, utilizando fosfoestiércol 20 %, bocashi 40 % y humus de lombriz 25 % en fundas de 745 cm³. Mientras que en las bandejas se obtuvo resultados más bajos con relación a las fundas; registrándose en la bandeja de 490 cm³ (T7) a base de bocashi + arena + suelo, con una media de 16,88 cm³. Esto nos quiere decir que a mayor tamaño del recipiente mejor será la calidad de la plántula, ya que existe mayor disponibilidad de nutrientes disponible para la plántula y además se puede mantener mayor tiempo en la fase de vivero. Y así mismo afirma Arizaleta & 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 fosfoestiércol en fundas de 745 cm³, 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 café, Blandón (2008), determinó 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 nuestra 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.

Al comparar la variable “longitud radicular” se determinó que la longitud está en relación directa con el tamaño del recipiente. CENICAFE (2011), dice que el crecimiento de la raíz de las plántulas de café está limitado por el tamaño de la bolsa;

cuando la raíz toca el fondo del recipiente se produce un doblamiento en forma de “L”, provocando raquitismo de la planta; por ello recomienda utilizar bolsas de 1 a 2 kg para mantener una plántula de 4 a 6 meses y al igual FAPECAFES (2009) y Ureña (2009), recomiendan utilizar fundas con las siguientes dimensiones 14 x 20, 17.5 x 20, 20 x 22.5 y 20 x 25.4, para mantener las plántulas por un largo periodo en el vivero. Mientras que Intriago (2012), dice que en las bandejas se obtiene mejor crecimiento radicular como nueva tecnología para la propagación de plántulas. En nuestra investigación los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos T9, T5 y T13 en la funda de 745 cm³, con una media de: 19.93, 19.25 y 18, 74 cm de longitud respectivamente, mientras que la menor longitud se determinó estadísticamente en todos los tratamientos de las bandejas (T8, T16, T12, T4, T7, T11, T15 y T3), en una media de 14.8 a 15.45 cm. por ello se recomienda utilizar recipiente de mayor tamaño que el de las bandejas, ya que si no se utilizan en estas dimensiones los problemas se observan al momento de trasplantarlas al campo, donde se encuentran plántulas con la raíz enrollada y otras que han roto el recipiente y están creciendo sobre la superficie del suelo, por ello se debe realizar una poda de raíces antes de trasplantarlas a campo.

En lo que se refiere a la variable peso fresco y seco de parte radicular, 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 cm³, con una media de 1,32 y 1,12 gr en peso seco y el menor está en los dos tamaños de las bandejas; por lo cual nuevamente se afirma que la longitud y peso de radicular está en relación directa con el tamaño del recipiente. Mientras Salamanca *et al.* (2008), supero este rango

mediante la aplicación de 25 % de humus de lombriz, registrando pesos entre 1,8 y 1,5 gr de peso seco pero a los 7 meses de evaluación.

Ávila *et al.* (2010), manifiesta que la aplicación de F más 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, se obtuvo cantidades de biomasa seca de 3,90 gr. Mientras que en nuestro experimento los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos T5, T13 y T9 tanto en peso seco como fresco del área foliar; los mismo que fueron a base de bocashi (40 %), fosfoestiércol (20 %), humus de lombriz (25 %), en funda de 12,5 x 20 cm (745 cm³), con una media entre 3.59, 2.70 y 2.68 gr 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 gr de materia seca, como en el caso de los tratamientos T4, T3 y T1; a base de suelo natural.

En relación a la determinación del área foliar, se determinó que el efecto de los sustratos y tipos de recipientes si influye en el crecimiento del área foliar, por lo cual, el crecimiento del área foliar 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 mismo que fueron a base de bocashi (40 %), humus de lombriz (25 %), fosfoestiércol (20 %), en funda de 12,5 x 20 cm, con una media entre 346,42, 303,22 y 251,64 cm². Mientras que en las bandejas se registraron niveles más bajos en cuanto al área foliar. Saritama & Salinas (2013), obtuvieron 536,6; 438,7 cm², aplicando diferentes coberturas de sombra y utilizando sustratos a base de humus de lombriz, evaluando a los seis meses. Mientras que Blandón (2008),

reporto el área foliar de 120 cm², después de 120 días de trasplante utilizando 30 % de humus de lombriz.

En el análisis económico se determinó que la calidad de las plántulas de café está en relación directa con el costo de producción. Por lo cual los tratamientos a base de suelo + arena son los que presentan menores costos de producción pero la calidad de las plántulas son inferiores a las obtenidas a base de: bocashi (40 %), humus de lombriz (25 %) y fosfoestiércol (20 %), que cuestan un poco más para producirlas pero la calidad es mucho mejor que los tratamientos a base de suelo.

Intriago (2012), estudio “los efectos de diferentes tipos y volúmenes de sustratos en el desarrollo vegetativo de plántulas de café arábigo a nivel de vivero” por lo cual determinó la mejor alternativa para la producción masiva de plántulas de café en cuanto a la calidad y costos. Por ello determinó que la mejor forma de propagación es utilizando bandejas de 300 cc como nueva tecnología, en la cual se logra un mejor crecimiento, calidad y la mejor tasa de retorno marginal (592.6 %) por cada dólar invertido, por ser el sustrato a base de tierra orgánica de muy buena calidad. Iñiguez, (2010), probó el efecto de los abonos orgánicos: Compost, Bocashi, Humus de Lombriz, Fosfoestiércol y Biol en el rendimiento del cultivo de fréjol, donde la mejor relación beneficio/costo se observa en el testigo (suelo + biol) de 1.53 dólares, debido a que en los demás tratamientos no existió rentabilidad por el alto costo de los insumos y bajos rendimientos en el primer año.

Al analizar los indicadores microeconómicos se determinó, que: el costo unitaria de la plántula de café a nivel de finca osila entre 16 y 18 centavos/planta,

vendiendo las plántulas al precio del mercado que es de 0,30 dolares/planta se obtiene un valor bruto de la producción de 4800,0 dólares en la producción de 16000 plántulas, generando un ingreso neto de 2451,0 dólares. La tasa simple de rentabilidad fluctúa (TSR) entre 100 - 115 %, esto quiere decir que con cualquiera de estas tasas el productor tiene ganancias del capital invertido. En cuanto al beneficio/costo de la producción se determinó, que por cada dólar invertido se recupera de 2 a 2.2 dólares.

VI. CONCLUSIONES

- ✓ Los mejores resultados en crecimiento y desarrollo de las plántulas de café se registraron en los tratamientos **T5** (bocashi 40%), **T9** (humus de lombriz 25 %) y **T13** (fosfoestiércol 20%), todos en funda de 12.5 x 20 cm (745 cm³), ya que son plántulas con mayores valores de: altura, pares de hojas, área foliar y peso seco.

- ✓ El recipiente de mejor condición para el crecimiento y desarrollo de las plántulas de café fue la funda de polietileno de 12,5 x 20 cm, con un volumen de 745 cm³ (5 x 8 pulgadas) que favoreció tanto al crecimiento radicular como aéreo.

- ✓ Los tratamientos **T5**, **T9** y **T13**, todos en funda de 12.5 x 20 cm (745 cm³) son los que presentan los mejores parámetros de calidad y rentabilidad ya que se obtiene plantas de muy buena calidad y a un costo unitario de 0,18 dólar/plántula. Lo que significa que utilizando cualquiera de estos tratamientos se va a generar ingresos de 153,18 dólares por cada 1000 plántulas a un precio de 0.30 dólares/plántula, con una tasa simple de rentabilidad de 115 %. En cuanto al beneficio/costo de la producción se determinó, que por cada dólar invertido se recupera de 2 a 2.2 dólares.

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Para los viveristas de la zona se les recomienda utilizar cualquiera de los tres tratamientos **T5** (bocashi 40%), **T9** (humus de lombriz 25 %) y **T13** (fosfoestiércol 20%), en funda de 12.5 x 20 cm, debido a que presentan las mejores características de crecimiento y desarrollo en las plántulas de café.

- ✓ Seguir investigando el efecto de los sustratos en diferentes zonas utilizando sustratos preparados con materiales propios de cada sector.

- ✓ Para el sector en estudio se recomienda realizar los semilleros en el mes de mayo para conseguir tener las plántulas listas para el trasplante en el mes de octubre, que es la época que comienzan las lluvias en este sector.

- ✓ Para realizar el trasplante se recomienda hacerlo cuando ya la plántulas tiene de 6 a 8 pares de hojas que es el momento ideal para realizar esta actividad.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Alcívar I. 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 de título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. 89 p.
- Alvarado M. & Rojas G. 2007. El cultivo y beneficio del café. Segunda reimpresión. Costa Rica. 119 p.
- Álvarez G. 2006. Propagación de plantas y manejo de viveros. Loja – Ecu. 52 p.
- Arcila P., Farfán V., Moreno B., Salazar G., & Hincapié, G., 2007 a). Sistemas de producción de café en Colombia. 309 p. Cap. 4 Establecimiento del Cafetal. Chinchiná, CENICAFÉ. 14 p.
- Arcila P., Farfán V., Moreno B., Salazar G., & Hincapié, G., 2007 c). Sistemas de producción de café en Colombia. 309 p. Cap. 3: Factores que determinan la productividad del cafetal. Chinchiná, CENICAFÉ. 26 p.
- Arcila P., Farfán V., Moreno B., Salazar G., & Hincapié, G. 2007 b). Sistemas de producción de café en Colombia. p 309. Cap. 3: Crecimiento y desarrollo de la planta de café. CENICAFÉ. 40 p. Disponible en URL: <http://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo2.pdf> (Consultado en enero 20, 2013).
- Arcila P., Buhr L., Bleiholder H., Hack H. & Wicke H. 2001. Aplicación de la escala BBCH ampliada para la descripción de las fases fenológicas del desarrollo de la planta de café *Coffea sp.* Boletín Técnico CENICAFÉ.

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 (Consultado mayo 15, 2014).

Asociación de Productores de Café de Altura de la Región Sur oriental de la Provincia de Loja (PROCAFEQ). 2010. Manual de Abonos orgánicos. Loja-Ecu. Imprenta pixeles. 16 p.

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)

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)

Casas, R., 2012. El suelo de cultivo y las condiciones climáticas. , Editorial Paraninfo. España. 74 p.

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)

Castro A., Rivillas C., Serna C. & Mejía C., 2007. Germinadores de café, construcción, manejo de *Rhizoctonia solani* y costo. CENICAFÉ, boletín informativo, 12 p.

CENICAFE. 2011. (1) Almacigos de café: calidad fitosanitaria, manejo y siembra en el campo. Edición Sandra Milena. Colombia. 8 p. disponible en; https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&ved=0CDMQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.oriusbiotecnologia.com%2Fcentro-documental%2Fdoc_download%2F80-cenicafe-avancetecnico404-almacigos-de-cafe-calidad-fitosanitaria-manejo-y-siembra-en-campo&ei=A2UuUp7iGs-84APV24CgDQ&usg=AFQjCNHDDRRCXEcItj5nvwqtK8T_jB6jjQ&bvm=bv.51773540,d.dmg (Consultado mayo 14, 2014)

CENICAFE. 2011. Almacigos de café: calidad fitosanitaria, manejo y siembra en el campo. Edición Sandra Milena. Colombia. 8 p.

CICAFE (Centro de Investigaciones en Café). 2011. Guía técnica para el cultivo del café. Instituto del Café de Costa Rica, Centro de investigaciones en Café
CICAFE. 72 p. Disponible en URL: <http://www.icafe.go.cr/icafe/anuncios/documentos/GUIA%20TECNICA%20V10.pdf> (Consultado enero 15, 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), 2012. El Sector Cafetalero del Ecuatoriano. Diagnóstico. Portoviejo- Ecuador. 60 p.

COFENAC (Consejo Cafetalero Nacional), 2013. Situación del sector Cafetalero Ecuatoriano. Diagnóstico. Portoviejo 31 de enero - Ecuador. 32-33 p. Disponible en URL: <http://www.cofenac.org/wp-content/uploads/2010/09/situacion-sector-cafe-ecu-2013.pdf> (Consultado en enero 12, 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 (Consultado en abril 5, 2014)

Duicela L. 2011. Manejo Sostenible de fincas cafetaleras: Buenas prácticas en la producción de café arábigo y gestión de calidad en las organizaciones de productores. 1 Ed. Consejo Cafetalero Nacional. Manta-Ecuador. CGRAF. 33,34, 60 p.

Duicela L., Corral R. & Fernández F., 2001. Producción de café arábigo, Guía para el Caficultor Ecuatoriano. 1 era ed. Impresión artes Grafica Silva. COFENAC, Manabí – Ecuador. 83 p.

Duicela L., Corral R., Chóez F., Ramírez F. & Palma R. 2003. Influencia de las abonaduras sobre el crecimiento vegetativo de las plántulas de café en el vivero. Consejo Cafetalero Nacional (COFENAC) y Proyecto: desarrollo de tecnología para la producción de café arábigo orgánico (IG-CT-034). 2-3 p.

Disponible en: <http://cofenac.org/documentos/Viveros-de-Cafe.pdf> (consultado el mayo 1, 2014).

Duran, F. 2010. Cultivo de Café. Grupo Latino Editores. Impresión: D'Vinni. 20 p.

FAO (Organización para la Agricultura y la Alimentación), 2004. Perspectivas a Plazo Medio de los Productos Básicos Agrícolas. Cultivo de café. Disponible en URL: <http://www.fao.org/docrep/007/y5143s/y5143s0v.htm> (Consultado en enero 5, 2014).

FAPECAFES, 2009. Café Orgánico, Café Arábigo con Enfoque Agroecológico. Primera edición, PRODEL. Loja – Ecu. 57 p.

Fischersworrin B. & Robkamp R., 2001. Guía para la caficultura ecológica. 3 ed. Editorial López. 152 p.

Fundación Salvadoreña para Investigaciones del café (PROCAFE). 2006. Aspectos Botánicos; Características morfológicas del cafeto. Disponible en URL: <http://www.procafe.com.sv/menu/Generalidades/AspectosBotanicos.htm>. (Consultado febrero 01, 2014).

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).

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/EFECTOS%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 p.

Julca A., Solano W., & Crespo R. 2002. Crecimiento de *Coffea arábica* variedad Caturra amarillo en almácigos con sustratos orgánicos en Chanchamayo, selva central del Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Agronomía. Lima- Perú.

Miranda, V. 2008. Evaluación de Sustratos Orgánicos en Sistemas Hidropónicos Verticales. Proyecto de Graduación para obtener el título de Ingeniera Agrónoma. Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad EARTH. Costa Rica. 52 p. Disponible en URL: [http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/ColeccionVirtual/pdf/PG69-2008_MirandaV\[1\].pdf](http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/ColeccionVirtual/pdf/PG69-2008_MirandaV[1].pdf) (Consultado en diciembre 19, 2014).

Organización Internacional del Café (ICO). 2007. Historia del café. Disponible en URL: http://www.ico.org/ES/coffee_storyc.asp (Consultado abril de 10, 2014).

PRO ECUADOR (Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones). 2013. Análisis sectorial del café. 4 p. Disponible en URL. http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/05/PROEC_AS2013_CAFE.pdf (Consultado en enero , 05, 2014).

Rodríguez N. 2012. Taxonomía del café. Disponible en URL: <http://cafecooludec.blogspot.com/2012/10/taxonomia-del-cafe.html> (Consultado enero 15, 2014).

Rodríguez D. & Ramírez J. 2011. Evaluación del rendimiento del cultivo de maní *Arachis hypogaea* L. A la aplicación de abonos orgánicos en Santa Lucía, Orianga. Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional de Loja. Loja – Ecuador.

Rojas, D. & González, C. 2011. Propuesta de adecuación y señalización del sendero turístico intervalles de las parroquias surorientales de Malacatos, san pedro de Vilcabamba y Vilcabamba del cantón Loja, provincia de Loja. Trabajo de fin de carrera previa a la obtención del título de Ingeniera en Administración de Empresas Turísticas y Hoteleras. Escuela de Hotelería y Turismo, Universidad Técnica Particular de Loja. Ecuador.

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* 26, 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 p.

Tulio M. 2008. Tecnologías innovativas apropiadas a la conservación in situ de la agro biodiversidad. INIAP.

Ureña J. 2009. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en los cultivos de café en asocio con aguacate: Para los productores de la Asociación de Frutales de Llano Bonito. 53 p. Disponible en URL: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00190.pdf> (consultado enero 15, 2014).

IX. APENDICE

Apéndice 1. Resultados del análisis de los cuatro sustratos estudiados en la presente investigación, Cararango, 2013.



LABORATORIO DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS, AGUAS Y BROMATOLOGIA
AREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

LASAB

Provincia:	Loja	FECHA DE INGRESO:	04 de septiembre de 2013
Cantón:	Loja	FECHA DE EGRESO:	15 de noviembre de 2013
Parroquia:	Malacatos	RESPONSABLE:	Luis Reyes
Sector o Proyecto:	Cararango		

1. RESULTADOS DE ANÁLISIS

Cód. Lab.	Cód. Campo	Análisis Mecánico % TFSA			Textura	pH	MO %	N ppm	P ₂ O ₅ ppm	K ₂ O ppm
		Ao	Lo	Ac						
1120	A1	60	27.8	12.2	FoAo	7.8	10.9	82.5	531.1	372.3
1121	A2	60	21.8	18.2	FoAo	7.5	14.5	149.1	405.0	353.5
1122	A3	60	20.8	19.2	FoAo	7.4	12.6	81.6	357.5	390.9
1123	A4	66	15.8	18.2	FoAo	7.9	13.0	107.8	91.45	369.1

2. INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS

Cód. Lab.	Cód. Campo	Textura	pH	MO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
				%	ppm	ppm	ppm
1120	A1	Franco Arenoso	Ligeramente alcalino	Alta	Alto	Alto	Alto
1121	A2	Franco Arenoso	Prácticamente neutro	Alta	Alto	Alto	Alto
1122	A3	Franco Arenoso	Prácticamente neutro	Alta	Alto	Alto	Alto
1123	A4	Franco Arenoso	Ligeramente alcalino	Alta	Alto	Alto	Alto



 Ing. Omar Ojeda Ochoa Mg. Sc.
RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Apéndice 2. Análisis de varianza de la altura de plántulas de café, en condiciones de vivero, Cararango, 2014.

Fuentes de variación	SC	gl	CM	Relación F	p-valor
Modelo.	4523,07	15	301,54	2,94	0,0003
Sustrato A	1306,55	3	435,52	4,25	0,006
Recipiente B	1767,2	3	589,07	5,75	0,0008
Sustrato*Recipiente	1449,32	9	161,04	1,57	0,1247
Error	22944,7	224	102,43		
Total	27467,77	239			

Tabla 1. Test: Tukey para el factor A (Sustratos)

Sustrato	Medias	n	E.E.	Orden	
HL+A+S	20,68	60	1,31	A	
B+A+S	18,11	60	1,31	A	B
F+A+S	17,84	60	1,31	A	B
S+A	14,13	60	1,31		B

Tabla 2. Test: Tukey para el factor B (Recipientes)

Recipiente	Medias	n	E.E.	Orden	
F12.5 x 20 cm	21,92	60	1,31	A	
F 10 x 15 cm	18,21	60	1,31	A	B
BCÓDIGO 2.	15,32	60	1,31		B
BCÓDIGO 1.	15,31	60	1,31		B

Apéndice 3. Análisis de varianza del diámetro de tallo de las plántulas de café en condiciones de vivero, Cararango, 2014.

Fuentes de variación	SC	gl	CM	Relación F	p-valor
Modelo.	27,82	15	1,85	13,25	<0,0001
Sustrato	14,21	3	4,74	33,82	<0,0001
Recipiente	5,27	3	1,76	12,54	<0,0001
Sustrato*Recipiente	8,35	9	0,93	6,62	<0,0001
Error	31,36	224	0,14		
Total	59,18	239			

Tabla 3. Test: Tukey para el factor A (Sustratos)

Sustrato	Medias	n	E.E.	Orden	
HL+A+S	3,3	60	0,05	A	
B+A+S	3,26	60	0,05	A	
F+A+S	3,22	60	0,05	A	
S+A	2,7	60	0,05		B

Tabla 4. Test: Tukey para el factor B (Recipientes)

Recipiente	Medias	n	E.E.	Orden	
F12.5 x 20 cm	3,37	60	0,05	A	
F 10 x 15 cm	3,09	60	0,05		B
BCÓDIGO 2.	3,02	60	0,05		B
BCÓDIGO 1,	3	60	0,05		B

Apéndice 4. Análisis de varianza del número de pares de hojas de las plántulas de café en condiciones de vivero, Cararango, 2014.

Fuentes de variación	SC	gl	CM	Relación F	p-valor
Modelo.	15,98	15	1,07	6,63	<0,0001
Sustrato	3,95	3	1,32	8,19	<0,0001
Recipiente	2,22	3	0,74	4,6	0,0038
Sustrato*Recipiente	9,82	9	1,09	6,79	<0,0001
Error	36	224	0,16		
Total	51,98	239			

Tabla 5. Test: Tukey para el factor A (Sustratos)

Sustrato	Medias	n	E.E.	Orden	
B+A+S	6,23	60	0,05	A	
F+A+S	6,13	60	0,05	A	
HL+A+S	6,12	60	0,05	A	
S+A	5,88	60	0,05		B

Tabla 6. Test: Tukey para el factor B (Recipientes)

Recipiente	Medias	n	E.E.	Orden	
F12.5 x 20 cm	6,25	60	0,05	A	
F 10 x 15 cm	6,08	60	0,05	A	B
BCÓDIGO 2.	6,03	60	0,05		B
BCÓDIGO 1.	6	60	0,05		B

Apéndice 5. Análisis de varianza de la longitud de la raíz de las plántulas de café en condiciones de vivero, Cararango, 2014.

Fuentes de variación	SC	GL	CM	Relación F	p-valor
Modelo.	621,6	15	41,44	18,19	<0,0001
Sustrato	20,5	3	6,83	3	0,0315
Recipiente	500,38	3	166,79	73,21	<0,0001
Sustrato*Recipiente	100,72	9	11,19	4,91	<0,0001
Error	510,34	224	2,28		
Total	1131,94	239			

Tabla 7. Test: Tukey para el factor A (Sustratos)

Sustrato	Medias	n	E.E.	Orden	
B+A+S	16,41	60	0,19	A	
F+A+S	16,34	60	0,19	A	B
HL+A+S	16,27	60	0,19	A	B
S+A	15,68	60	0,19		B

Tabla 8. Test: Tukey para el factor B (Recipientes)

Recipiente	Medias	n	E.E.	Orden		
F12.5 x 20 cm	18,61	60	0,19	A		
F 10 x 15 cm	15,8	60	0,19		B	
BCÓDIGO 2.	15,4	60	0,19		B	C
BCÓDIGO 1,	14,89	60	0,19			C

Apéndice 6. Análisis de varianza del peso seco de raíz de las plántulas de café en condiciones de vivero, Cararango, 2014.

Fuentes de variación	SC	GL	CM	Relación F	p-valor
Modelo.	10,66	15	0,71	12,34	<0,0001
Sustrato	4,72	3	1,57	27,3	<0,0001
Recipiente	2,83	3	0,94	16,39	<0,0001
Sustrato*Recipiente	3,11	9	0,35	6,01	<0,0001
Error	12,9	224	0,06		
Total	23,56	239			

Tabla 9. Test: Tukey para el factor A (Sustratos)

Sustrato	Medias	n	E.E.	Orden	
B+A+S	0,92	60	0,03	A	
F+A+S	0,88	60	0,03	A	
HL+A+S	0,88	60	0,03	A	
S+A	0,57	60	0,03		B

Tabla 10. Test: Tukey para el factor B (Recipientes)

Recipiente	Medias	n	E.E.	Orden	
F12.5 x 20 cm	1	60	0,03	A	
BCÓDIGO 2.	0,77	60	0,03		B
F 10 x 15 cm	0,75	60	0,03		B
BCÓDIGO 1,	0,73	60	0,03		B

Apéndice 7. Análisis de varianza del peso seco de la parte aérea de las plántulas de café en condiciones de vivero, Cararango, 2014.

Fuentes de variación	SC	GL	CM	Relación F	p-valor
Modelo.	74,51	15	4,97	15,31	<0,0001
Sustrato	23,64	3	7,88	24,29	<0,0001
Recipiente	21,3	3	7,1	21,89	<0,0001
Sustrato*Recipiente	29,57	9	3,29	10,13	<0,0001
Error	72,65	224	0,32		
Total	147,16	239			

Tabla 11. Test: Tukey para el factor A (Sustratos)

Sustrato	Medias	n	E.E.	Orden		
B+A+S	2,38	60	0,07	A		
HL+A+S	2,24	60	0,07	A	B	
F+A+S	2,08	60	0,07		B	
S+A	1,55	60	0,07			C

Apéndice 8. Análisis de varianza de la estimación del área foliar de las plántulas de café en condiciones de vivero, Cararango, 2014.

Fuentes de variación	SC	GL	CM	Relación 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
Error	329879,52	224	1472,68		
Total	1175181,6	239			

Tabla 12. Test: Tukey para el factor A (Sustratos)

Sustrato	Medias	n	E.E.	Orden			
HL+A+S	234,11	60	4,95	A			
B+A+S	215,84	60	4,95		B		
F+A+S	185,35	60	4,95			C	
S+A	146,89	60	4,95				D

Tabla 13. Test: Tukey para el factor B (Recipientes)

Recipiente	Medias	n	E.E.	Orden		
F12.5 x 20 cm	262,31	60	4,95	A		
F 10 x 15 cm	193,15	60	4,95		B	
BCÓDIGO 1,	169,41	60	4,95			C
BCÓDIGO 2.	157,32	60	4,95			C

Apéndice 9. Tríptico de la explosión de resultados del experimento “día de campo” en Cararango, Loja, 2014.

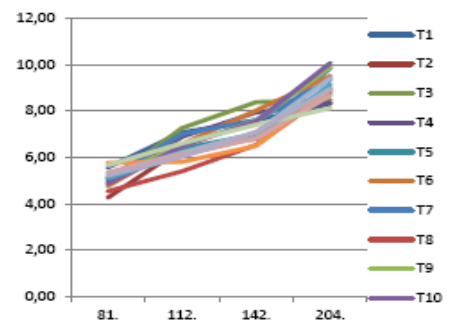


Figura 1. Dinámica de crecimiento de los 18 tratamientos durante los cuatro primeros meses de evaluación, Cararango, 2014.

4.2. Diámetro del tallo

Cuadro 2. Análisis de varianza del diámetro del tallo, en el cuarto mes de la evaluación, Cararango, 2014.

N	Tratamiento		Código	Medias	Código
	Sustrat. A	Recip. B			
9	F+A+S	F12.5 x 20 cm	a3b1	2,93	A
5	HL+A+S	F12.5 x 20 cm	a2b1	2,65	A
11	P+A+S	BCÓDIGO 1	a3b3	2,56	A B
12	F+A+S	BCÓDIGO 2.	a4b1	2,55	B C
10	F+A+S	F 10 x 15 cm	a3b2	2,52	B C
14	S+A	F 10 x 15 cm	a4b2	2,51	B C
6	HL+A+S	F 10 x 15 cm	a2b2	2,49	B C
7	HL+A+S	BCÓDIGO 1	a2b3	2,48	B C
16	S+A	BCÓDIGO 2.	a4b4	2,44	B C
8	HL+A+S	BCÓDIGO 2.	a2b4	2,44	B C
15	S+A	BCÓDIGO 1	a4b3	2,42	B C
12	P+A+S	BCÓDIGO 2.	a3b4	2,41	B C
2	B+A+S	F 10 x 15 cm	a1b2	2,38	B C
3	B+A+S	BCÓDIGO 1	a1b3	2,36	B C
4	B+A+S	BCÓDIGO 2.	a1b4	2,31	B C
1	B+A+S	F12.5 x 20 cm	a1b1	2,25	C

En el cuadro 2, se muestra una diferencia significativa de los tratamientos 9, 5 con relación al 4 y 1. Mientras que entre los tratamientos 12, 10, 14, 6, 7, 16, 8, 15, 12, 2, 3, y 4, no difieren significativamente entre ellos.

4.3. Número de pares de hojas

Cuadro 3. Análisis de varianza del número de pares de hojas, en el cuarto mes de la evaluación, Cararango, 2014.

N	Tratamiento		Código	Medias	
	Sustrat. A	Recip. B			
8	HL+A+S	BCÓDIGO 2.	a2b4	4,00	A
9	F+A+S	F12.5 x 20 cm	a3b1	4,00	A
12	F+A+S	BCÓDIGO 2.	a3b4	4,00	A
13	S+A	F12.5 x 20 cm	a4b1	4,00	A
14	S+A	F 10 x 15 cm	a4b2	3,87	A
16	S+A	BCÓDIGO 2.	a2b2	3,87	A
2	B+A+S	F 10 x 15 cm	a1b2	3,80	A
4	B+A+S	BCÓDIGO 2.	a1b4	3,80	A
5	HL+A+S	F12.5 x 20 cm	a2b1	3,80	A
7	HL+A+S	BCÓDIGO 1	a2b3	3,80	A
15	S+A	BCÓDIGO 1	a4b3	3,73	A B
10	F+A+S	F 10 x 15 cm	a3b2	3,73	A B
11	F+A+S	BCÓDIGO 1	a3b3	3,73	A B
6	HL+A+S	F 10 x 15 cm	a2b2	3,67	A B
1	B+A+S	F12.5 x 20 cm	a1b1	3,53	A B
3	B+A+S	BCÓDIGO 1	a1b3	3,20	B

se puede observar que existe una diferencia significativa del tratamiento 3, con relación al resto de tratamientos. Mientras que los tratamientos 8, 9, 12, 13, 14, 16, 2, 4, 5 y 7, no difieren significativamente entre ellos, al igual que los tratamientos 15, 10, 11, 6 y 1, tampoco difieren significativamente entre ellos.

Costos de producción

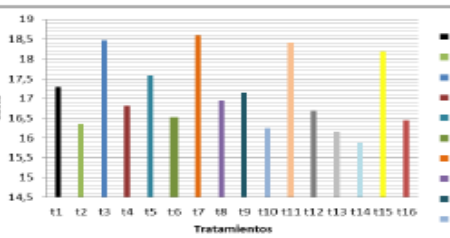


Figura 2. Costos de producción de los 16 tratamientos durante los cuatro primeros meses de evaluación, Cararango, 2014.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
 AREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
 CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

DÍA DE CAMPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:
EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y TIPOS DE RECIPIENTE EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE CAFE ARÁBIGO, EN CONDICIONES DE VIVERO.



Tesistas : Antonio Javier Alejo Palacios
 Luis Reinaldo Reyes Calva

DIRECTOR:
 Ing. Max Enrique Encalada Córdova, Mg. Sc.

Loja-Ecuador
 2013 - 2014

1. HIPÓTESIS

El crecimiento y desarrollo, tanto radicular como aéreo de las plántulas de café, dependen del tipo de sustrato y el tamaño del recipiente utilizado; así mismo, la calidad de las plántulas está en relación directa con los costos de producción.

2. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de cuatro tipos de sustratos y cuatro tamaños de recipientes utilizados en condiciones de vivero, en el crecimiento y desarrollo de las plántulas de café y en la rentabilidad económica.

Objetivos específicos

Identificar cuál de los sustratos y el tipo de recipiente es el más adecuado para el crecimiento y desarrollo de las plántulas de café en condiciones de vivero.

Determinar el tipo de sustrato y recipiente que presente los mejores parámetros de calidad y rentabilidad para el agricultor en la producción de plántulas de café.

Difundir la tecnología generada en la investigación a estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agronómica y agricultores interesados en la producción de plántulas de café en condiciones de vivero.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

- 2 Kg. de semilla var. típica
- 1,71 m³ Suelo agrícola
- 0,27 m³ Arena
- 0,25 m³ Bocashi
- 0,13 m³ Fosfoestiércol
- 0,16 m³ El humus de lombriz
- 2,5 m³ de sustratos
- 64 bandejas de polietileno
- 2400 fundas de polietileno
- Equipos y herramientas agrícolas

3.2. Metodología.

Diseño experimental

Para la presente investigación se utilizó un diseño bifactorial completamente al azar, con 4 tipos de sustratos, 4 tamaños de recipientes, 3 réplicas y cada réplica con 60 plantas, lo que da un resultado de 16 tratamientos, con un total de 2340 plantas.

Variables a evaluar.

Altura de plántulas

Se evaluó una vez por mes desde el cuello de la raíz hasta el ápice.

Diámetro del tallo

Se evaluó una vez al mes, utilizando un calibrador digital, se tomó a la altura del cuello de la raíz.

Número de pares de hojas

Se tomó datos una vez al mes, contabilizando pares de hojas aquellas que median al menos 2 cm de ancho y más de 3 de largo.

Longitud de la raíz.

Una vez finalizado el ensayo a los seis meses se procederá a extraer la plántula y se lavará la parte radicular y se medirá la raíz.

Peso fresco y seco radicular

Una vez finalizado el ensayo a los seis meses se procederá a extraer una planta de cada unidad experimental para realizar el pesado de las raíces en fresco y en seco a través de un análisis bromatológico.

Peso fresco y seco de la parte foliar.

De igual forma que en el caso anterior se procederá a cortar la parte aérea de las plántulas de café para realizar el pesado en fresco y en seco a través de un análisis bromatológico.

Estimación del área foliar

Para determinar el área se medirá el largo y ancho de las hojas y luego se lo aplicará la siguiente ecuación $y = 0,64^x (L \cdot A) + 0,49$, ecuación obtenida por Vasudeva y Cois en 1971 (Soto, 1980).

4. RESULTADOS

4.1. Altura de la planta

Cuadro 1. Análisis de varianza de la altura de las plantas, en el cuarto mes de la evaluación, Cararango, 2014.

N	Tratamiento		Código	Medias	Código
	Sustrat. A	Recip. B			
10	F+A+S	F 10 x 15 cm	a3b2	10,07	A
9	F+A+S	F12,5 x 20 cm	a3b1	9,89	A
5	HL+A+S	F12,5 x 20 cm	a2b1	9,87	A B
6	HL+A+S	F 10 x 15 cm	a2b2	9,51	A B
13	S+A	F12,5 x 20 cm	a4b1	9,41	A B C
7	HL+A+S	BCÓDIGO 1	a2b3	9,33	A B C
11	F+A+S	BCÓDIGO 1	a3b3	9,13	A B C
2	B+A+S	F 10 x 15 cm	a2b4	8,97	A B C
16	S+A	BCÓDIGO 2.	a2b2	8,95	A B C
12	F+A+S	BCÓDIGO 2.	a3b4	8,93	A B C
8	HL+A+S	BCÓDIGO 2.	a2b4	8,79	A B C
14	S+A	F 10 x 15 cm	a4b2	8,68	A B C
3	B+A+S	BCÓDIGO 1	a1b3	8,47	A B C
4	B+A+S	BCÓDIGO 2.	a1b4	8,35	B C
1	B+A+S	F 10 x 15 cm	a1b1	8,31	C
15	S+A	BCÓDIGO 1	a4b3	8,12	C

Los resultados expuestos, en el Cuadro 1, indican diferencias significativas entre los tratamientos 10, 4, 1 y 15; así mismo, se evidencian diferencias significativas entre los tratamientos 9 y el 1 y el 15. Se puede apreciar que el tratamiento que ha demostrado mayor altura fue el T10 y el que logró menor altura fue el T15

Evidencias fotograficas durante el proceso investigativo



Fig. 1. Colecta de semillas de café en la finca del señor Fernando Reyes, Loja 2013.



Fig. 2. Preparación del semillero para la germinación de semillas de café, Loja 2013.



Fig. 3. Siembra de las semillas de café en el semillero, Loja 2013.



Fig. 4. Preparación de sustratos para los almácigos de café, Loja 2013.



Fig. 5. Construcción de la estructura del vivero de café, Loja 2013.



Fig. 6. Arreglo de las unidades experimentales para su evaluación, Loja 2013.



Fig. 7. Arreglo de los de las unidades experimentales, Loja 2013.



Fig. 8. Riego con nebulizadores en el germinador, Loja 2013.



Fig. 9. Emergencia de las semillas de café, 2013.



Fig. 10. Aparición de las primeras chapolas para ser trasplantadas, 2013.



Fig. 11. Trasplante de las chapolas a cada uno de los recipientes, 2013.



Fig. 12. Plántulas de café listas para la primera evaluación de las variables, 2013.



Fig. 13. Segunda visita del director de la tesis y el Dr. Francisco Soto Carreño al lugar del experimento, Loja 2013.



Fig. 14. Plántulas de café a los seis meses de evaluación, listas para el trasplante al campo, Cararango 2014.



Fig. 15. Preparando las plántulas de café para llevarlas a laboratorio, Cararango 2014.



Fig. 16. Lavado de las raíces para llevar al laboratorio, Cararango 2014.



Fig. 17. Plántula de café lista para llevarse al laboratorio, Cararango 2014.



Fig. 18. Empacado de las muestras para llevar al laboratorio, Cararango 2014.



Fig. 19. Medición de la longitud de la raíz, Cararango 2014.



Fig. 20. Pesado de la raíz, Cararango 2014.



Fig. 21. Pesado de la parte aérea de las plántulas de café., Cararango 2014.



Fig. 22. Peso total de las plántulas de café, Cararango 2014.