

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE
AMAZONAS”**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**EFFECTO DE DOS FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA EN
LA PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE CAFÉ (*Coffea arabica*)
EN EL CASERÍO NUEVO AMAZONAS, DISTRITO YAMÓN,
PROVINCIA UTCUBAMBA - AMAZONAS**

**TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

AUTOR:

Bach. Daniel JARA DÍAZ

ASESORES:

Ing. Guillermo IDROGO VÁSQUEZ

Ing. Jheiner VÁSQUEZ GARCÍA

CHACHAPOYAS - PERÚ

2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE
AMAZONAS”**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**EFFECTO DE DOS FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA EN
LA PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE CAFÉ (*Coffea arabica*)
EN EL CASERÍO NUEVO AMAZONAS, DISTRITO YAMÓN,
PROVINCIA UTCUBAMBA - AMAZONAS**

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

AUTOR:

Bach. Daniel JARA DÍAZ

ASESORES:

Ing. Guillermo IDROGO VÁSQUEZ

Ing. Jheiner VÁSQUEZ GARCÍA

CHACHAPOYAS - PERÚ

2017

DEDICATORIA

A mis queridos padres Enerlinda Díaz Silva y Máximo Jara Díaz, quienes con su ejemplo, esfuerzo y dedicación me enseñaron el verdadero significado de la vida y me muestran día a día que los esfuerzos tienen grandes recompensas.

A mis hermanos José Luis, Mareli Joani, Rosio Yanelly y Jeyler, quienes con su apoyo, comprensión y paciencia contribuyeron en mi formación profesional.

Daniel Jara Díaz

AGRADECIMIENTO

A Dios, por la vida, la salud, por guiar mi camino y no dejarme fallecer en la búsqueda de conocimiento.

A mis padres, por su constante apoyo, quienes con sus consejos me dieron aliento para poder culminar una nueva etapa en mi vida.

A mis hermanos, familiares y amigos por el cariño y la confianza que me brindaron y me siguen brindándome, por sus palabras de aliento para seguir adelante, por compartir momentos agradables y desagradables.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza y en particular a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma por los conocimientos técnicos recibidos y la formación profesional.

A todos los profesores de la UNTRM y en especial al Ing. Guillermo Idrogo Vásquez por su apoyo como asesor y al Ing. Jheiner Vásquez García por su apoyo como co-asesor de la presente investigación.

Al señor Edali Díaz Silva por permitirme un área de su parcela donde se realizó la parte experimental de esta investigación.

A todas las personas que han formado parte de mi vida profesional quiero darles las gracias por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph.D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA
RECTOR.

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES
VICERRECTOR ACADÉMICO.

Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA
VICERRECTORA de Investigación.

Ing. Ms. Sc. ARMSTRONG BARNARD FERNÁNDEZ JERÍ
**DECANO DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS.**

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

El docente de la UNTRM-A que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada **“Efecto de dos fuentes de materia orgánica en la producción de plántones de café (*Coffea arabica*) en el caserío Nuevo Amazonas, distrito Yamón, provincia Utcubamba – Amazonas”**, del Bachiller en Ingeniería Agrónoma egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM-A.

- **Bach. Daniel Jara Díaz.**

El docente de la UNTRM-A que suscribe da su Visto Bueno para que la Tesis mencionada sea presentada al Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el Acto de sustentación de Tesis.

Chachapoyas, marzo del 2017.

Ing. Guillermo Idrogo Vásquez

Docente asociado a tiempo completo de la UNTRM

VISTO BUENO DEL CO - ASESOR DE TESIS

El docente de la UNTRM-A que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada “**Efecto de dos fuentes de materia orgánica en la producción de plántones de café (*Coffea arabica*) en el caserío Nuevo Amazonas, distrito Yamón, provincia Utcubamba – Amazonas**”, del Bachiller en Ingeniería Agrónoma egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM-A.

- **Bach. Daniel Jara Díaz.**

El docente de la UNTRM-A que suscribe da su Visto Bueno para que la Tesis mencionada sea presentada al Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el Acto de sustentación de Tesis.

Chachapoyas, marzo del 2017.

Ing. Jheiner Vásquez García

Docente de la UNTRM

JURADO DE TESIS

Ing. LIZETTE DANIANA MÉNDEZ FASABI
PRESIDENTE

Ing. Mg. Sc. ERICK ALDO AUQUIÑIVIN SILVA
SECRETARIO

Ing. Mg. Sc. ARMSTRONG BARNARD FERNÁNDEZ JERÍ
VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE Ingeniería y Ciencias Agrarias

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 03 de Abril del año 2017, siendo las 11:00 am horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: Ing. Lizette Dariana Méndez Fasabi

Secretario: Ing. Erick Aldo Aquilino Silva

Vocal: Ing. MgSc. Armitrong Bernard Fernández Teri

para evaluar la Sustentación del Informe de Tesis presentado por el(la) bachiller, don(ña) Daniel Jara Díaz,

titulado Efecto de dos fuentes de materia orgánica en la producción de plántulas de café (Coffea arabica) en el caserío nuevo Amazonas, distrito de Yauco, provincia Utcubamba - Amazonas.

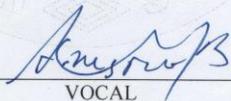
Después de la sustentación respectiva, el Jurado acuerda la APROBACIÓN (), DESAPROBACIÓN () por mayoría (), por unanimidad (); en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNAT-A.



Siendo las 12:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del Informe de Tesis.


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

Form6- T

CIUDAD UNIVERSITARIA - CHACHAPOYAS - AMAZONAS - PERU
Telefax 041 477716

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS	vi
VISTO BUENO DEL CO - ASESOR DE TESIS	vii
JURADO DE TESIS	viii
ÍNDICE GENERAL	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes de la investigación	2
1.2. Objetivos	6
II. BASE TEÓRICA	7
2.1. Generalidades del cultivo del café	7
2.1.1. Origen e historia del cultivo de café	7
2.1.2. Clasificación taxonómica del café	8
2.1.3. Descripción morfológica del café	8
2.1.4. Descripción fisiología del café	12
2.1.5. Condiciones agroecológicas del café	13
2.2. Especies y cultivares	14
2.2.1. Variedades nacionales	14
2.2.2. Catimor variedad en estudio	14
2.3. El cultivo de café a nivel de vivero	15
2.3.1. Selección de la semilla	16
2.3.2. Germinadores de café	18
2.3.3. Vivero de café	19
2.4. Fuente de materia orgánica	22
2.4.1. El compost	22
2.4.2. El humus de lombriz	23
2.5. Nutrición del café	24

2.5.1. Los nutrientes y el rol que desempeñan en el crecimiento y desarrollo del cultivo de café.....	25
III. MATERIAL Y MÉTODOS.....	28
3.1. Lugar de ejecución.....	28
3.2. Materiales.....	29
3.2.1. Material en estudio.....	30
3.3. Métodos.....	30
3.3.1. Descripción del diseño experimental.....	30
3.3.2. Tamaño del área experimental.....	30
3.3.3. Tratamientos.....	33
3.3.4. Establecimiento y conducción del trabajo experimental.....	33
3.3.5. Variables evaluadas.....	36
3.3.6. Análisis estadístico.....	37
IV. RESULTADOS.....	38
4.1. Altura de planta.....	38
4.2. Número de pares de hojas por planta.....	40
4.3. Diámetro de tallo.....	41
4.4. Longitud de raíz.....	42
V. DISCUSIÓN.....	43
VI. CONCLUSIONES.....	45
VII. RECOMENDACIONES.....	46
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
ANEXOS.....	53
ANEXO I. Tablas.....	54
ANEXO II. Análisis de datos.....	64
ANEXO III. Vistas Fotográficas.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características químicas de compost y humus de lombriz.	22
Tabla 2. Características del campo experimental	32
Tabla 3 Descripción de los tratamientos utilizando compost, humus de lombriz y tierra agrícola, a nivel de vivero.	33
Tabla 4. Evaluación inicial de altura de planta a los 40 días.....	54
Tabla 5. Primera evaluación de número de pares de hojas a los 40 días.....	55
Tabla 6. Segunda evaluación de la variable altura de planta a los 75 días.	56
Tabla 7. Segunda evaluación de la variable número de pares de hojas a los 75 días.....	57
Tabla 8. Tercera evaluación de la variable altura de planta a los 110 días.....	58
Tabla 9. Tercera evaluación de la variable número de pares de hojas a los 110 días.....	59
Tabla 10. Evaluación final de la variable altura de planta a los 150 días.....	60
Tabla 11. Evaluación final de la variable número de pares de hojas a los 150 días.....	61
Tabla 12. Evaluación final de la variable diámetro del tallo a los 150 días.	62
Tabla 13. Evaluación final de la variable longitud de raíz a los 150 días.	63
Tabla 14. Análisis de varianza múltiple para las cuatro variables estudiadas altura de planta, diámetro de tallo, longitud de raíz y número de pares de hojas.	64
Tabla 15. Prueba Duncan para la variable la altura de planta	65
Tabla 16. Prueba Duncan para la variable número de pares de hojas	65
Tabla 17. Prueba Duncan para la variable diámetro de tallo	66
Tabla 18. Prueba Duncan para la variable longitud de raíz	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de selección de la semilla de café (SCAN, 2014).	17
Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio, región Amazonas, provincia de Utcubamba, distrito de Yamón y caserío de Nuevo Amazonas.	28
Figura 3. Croquis de la distribución del área experimental.....	31
Figura 4. Altura de planta de los plántones de café variedad catimor.....	38
Figura 5. Curva de crecimiento de las plantas de café variedad catimor, durante los cinco meses de evaluación.	39
Figura 6. Número de pares de hojas de los plántones de café variedad catimor.....	40
Figura 7. Diámetro de tallo de los plántones de café variedad catimor.	41
Figura 8. Longitud de raíz de los plántones de café variedad catimor.	42

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Café variedad catimor de siete años de edad.....	15
Fotografía 2. Germinador de café en estado fosforito y mariposa.....	19
Fotografía 3. Plántones listos para ser trasplantados a campo definitivo.	21
Fotografía 4. Finca orgánica de café variedad catimor.	67
Fotografía 5. Selección y recolección de la semilla de café variedad catimor.....	67
Fotografía 6. Germinador de café en estado de fosforito.....	68
Fotografía 7. Germinador de café listo para ser trasplantas a las bolsas.....	68
Fotografía 8. Preparación del área de experimental.....	69
Fotografía 9. Preparación de los sustratos.....	69
Fotografía 10. Ubicación y distribución de las unidades experimentales.....	70
Fotografía 11. Selección de las chapolas.....	70
Fotografía 12. Repicado de las plántulas de café a las bolsas.....	71
Fotografía 13. Evaluación de las variables estudiadas.....	71
Fotografía 14. Evaluación de las variables estudiadas.....	72
Fotografía 15. Vista del área experimental.....	72
Fotografía 16. Testigo (100 % tierra agrícola).....	73
Fotografía 17. Tratamiento H2 (50 % humus + 50 % tierra agrícola).....	73
Fotografía 18. Tratamiento C1 (25 % compost + 75 % tierra agrícola).....	74
Fotografía 19. Tratamiento C2 (50 % compost + 50 % tierra agrícola).....	74

RESUMEN

La presente investigación, se llevó a cabo en el caserío de Nuevo Amazonas, distrito de Yamón, provincia de Utcubamba, región de Amazonas; durante los meses de febrero a octubre del año 2016, con el objetivo de evaluar el efecto de la fuente de materia orgánica con mayor eficiencia en la producción de plantones de café variedad catimor a nivel de vivero. Para ello se utilizó un diseño completamente al azar con sub-muestra con igual número de repeticiones e igual número de unidades en la muestra, con un total de siete tratamientos (incluido el testigo) y tres repeticiones, en la comparación de medias de los resultados obtenidos se empleó la prueba de Duncan al 95 % de confianza. Los tratamientos evaluados fueron T0 (100 % tierra agrícola), C1 (25 % compost más 75 % tierra agrícola), C2 (50 % compost más 50 % tierra agrícola), C3 (75 % compost más 25 % tierra agrícola), H1 (25 % humus de lombriz más 75 % tierra agrícola), H2 (50 % humus de lombriz más 50 % tierra agrícola) y H3 (75 % humus de lombriz más 25 % tierra agrícola). Las variables evaluadas fueron altura de planta, diámetro de tallo, número de pares de hojas, y al finalizar el experimento se evaluó la longitud de las raíces. Los mejores resultados obtenidos en cuanto a altura de planta fueron los tratamientos H2, H3, C2 y C1 con medias de 21.46, 21.11, 21.05 y 20.95 cm respectivamente. Para la variable número de pares de hojas los tratamientos que son significativamente diferentes que los demás fueron H2, C2 y C1 con medias de 5.9, 5.8 y 5.77 unidades respectivamente. En cuanto a la variable diámetro de tallo todos los tratamientos forman un grupo homogéneo, es decir no existe diferencia significativa entre los diámetros promedio de tallo de los tratamientos, pero si respecto al testigo. En cuanto a la longitud de raíz el tratamiento que es significativamente diferente que los demás es el C1 con 18.92 cm que reporta la longitud promedio de la raíz más grande que todos los demás tratamientos. Los tratamientos H2, C2 y C1 forman el grupo homogéneo de tratamientos que reportan un número promedio de pares de hojas significativamente diferente que los demás tratamientos e inclusive diferente al testigo.

Palabras clave: compost, humus de lombriz, almacigo, vivero.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the hamlet of Nuevo Amazonas, Yamón district, Utcubamba province, Amazonas region; During the months of February to October of the year 2016, with the objective of evaluating the effect of the source of organic matter with greater efficiency in the production of coffee plants variety catimor at the nursery level. A completely randomized design with sub-sample with equal number of replicates and equal number of units in the sample was used, with a total of seven treatments (including the control) and three replicates, in the comparison of means of the results Duncan's 95% confidence test was used. The treatments evaluated were T0 (100% agricultural land), C1 (25% compost plus 75% agricultural land), C2 (50% compost plus 50% agricultural land), C3 (75% compost plus 25% agricultural land), H1 (25% worm humus plus 75% agricultural land), H2 (50% earthworm humus plus 50% agricultural land) and H3 (75% earthworm humus plus 25% agricultural land). The variables evaluated were plant height, stem diameter, number of leaf pairs, and at the end of the experiment the root length was evaluated. The best results obtained in terms of plant height were treatments H2, H3, C2 and C1 with averages of 21.46, 21.11, 21.05 and 20.95 cm respectively. For the variable number of leaf pairs treatments that are significantly different than the others were H2, C2 and C1 with averages of 5.9, 5.8 and 5.77 units respectively. Regarding the variable stem diameter, all treatments form a homogeneous group, ie there is no significant difference between the mean stem diameter of the treatments, but with respect to the control. As for the root length the treatment that is significantly different than the others is the C1 with 18.92 cm which reports the average length of the root larger than all other treatments. The treatments H2, C2 and C1 form the homogeneous group of treatments that report a mean number of pairs of leaves significantly different than the other treatments and even different from the control.

Key words: compost, worm humus, almacigo, nursery.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú la actividad cafetalera constituye la principal fuente de ingreso económico de un gran número de familias que se ocupan de su manejo, procesamiento y comercialización, dando ocupación directa e indirectamente a más de 20 mil personas y a la vez generando divisas para el país (INIA, 2011).

El éxito de una plantación cafetalera se inicia con una buena selección de semilla y con la producción de plántulas de calidad en el vivero, calidad que no depende únicamente de las características genéticas de la semilla sino también de las propiedades de los sustratos utilizados, porque es en este medio que las plántulas desarrollan sus primeros estadios de vida.

La generación de plantaciones cafetaleras, implica en primera instancia, contar con características morfofisiológicas adecuadas, que garanticen un buen prendimiento y posterior desarrollo en campo definitivo.

Producir plántulas de alta calidad, no es una tarea nada fácil, para ello se necesita conocer una serie de técnicas y principios básicos, los que, sin ser recetas suelen ser utilizados por estudiantes, técnicos y profesionales para lograr un mejor manejo de sus viveros.

En la actualidad uno de los sustratos más utilizados para la producción de plántulas de café es la turba, debido a sus características físicas, químicas y biológicas que permiten una excelente germinación y crecimiento de las plántulas, pero su elevado costo hace inaccesible a los pequeños productores disminuyendo considerable su uso. Esto ha motivado a la búsqueda de sustratos alternativos que permitan producir plántulas de buena calidad, reduciendo considerablemente sus costos de producción, usando sustratos elaborados con materiales orgánicos de la zona como el compost y el humus, además de ser económicos son fáciles de elaborar en una unidad productiva (Picón, 2013).

La presente investigación surge a raíz de mejorar la producción y calidad de los plántulas de café a nivel de vivero, a fin de que en las unidades cafetaleras que se encuentran dentro del ámbito de ejecución del presente estudio logren obtener mejoras en el cultivo de café.

1.1. Antecedentes de la investigación

Alejo & Reyes, (2014) en su investigación “Evaluación de sustratos y tipos de recipiente en el crecimiento de plántulas de café arábigo, en condiciones de vivero”. Loja, Ecuador. Evaluaron el efecto de cuatro tipos de sustratos y cuatro tamaños de recipientes en condiciones de vivero, en cuanto al crecimiento y rentabilidad económica del café. Como sustratos utilizaron fosfoestiércol 20 %, humus de lombriz 25 %, bocashi 40 % y suelo y como recipientes utilizaron fundas de polietileno de 471 cc y de 785 cc y bandejas de polietileno de 490 y 347 cc. Concluyeron que los mejores resultados en cuanto a sustratos se observaron en los tratamientos bocashi 40 % , humus de lombriz 25 % y fosfoestiércol 20 %; en cuanto a recipientes obtuvieron los mejores resultados en la funda de polietileno de 12.5 x 20 cm.

Cubillo & Gutiérrez, (2011) realizaron una investigación con el objetivo de evaluar el efecto de las enmiendas orgánicas en la producción de plántulas de café en la etapa de vivero. Los tratamientos objetos de estudio fueron cuatro sustratos orgánicos (estiércol, pulpa de café, lombriz-abono, una mezcla de los sustratos anteriores en proporciones iguales) y un sustrato de suelo con fertilizante químico con la fórmula 20-20-0, con y sin aplicaciones foliares de estiércol de ganado bovino. Concluyeron que los tratamientos orgánicos con aplicaciones foliares manifestaron el mejor comportamiento con respecto al sustrato con aplicaciones edáficas, así como también mostraron el mejor comportamiento fitosanitario en los tratamientos que hicieron aplicaciones foliares en comparación con los sustratos en los que no se hicieron aplicaciones foliares.

Ávila, Sadeghian, Sánchez, & Castro, (2010) evaluaron el efecto combinado de tres fuentes de abono orgánico (gallinaza, pollinaza y lombrínaza) y dos fuentes de fósforo (Fosfato diamónico–DAP y Superfosfato triple–SFT) sobre el crecimiento de las plantas de café en el departamento de Santander. Concluyeron que los mayores incrementos en el peso seco de las plantas se registraron al mezclar el suelo con gallinaza o pollinaza en proporción de un 25%, sin que hubiera un efecto de la aplicación de fósforo. 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 fosfato diamónico. La adición de abono orgánico incrementó la humedad y el pH del sustrato y la aplicación de fosfato diamónico contribuyó a la acidificación del suelo, mientras que la dosis más alta de súper fosfato triple tendió a elevar el nivel de pH.

Salamanca y Sadeghiakh, (2008) estudiaron el efecto de la lombrínaza sobre el crecimiento de almácigos de café en ocho suelos de la zona cafetera colombiana con diferente contenido de materia orgánica, el experimento se realizó en Cenicafé (Chinchiná-Caldas). En la cual 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 de variedad caturra. Concluyeron que 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 materia orgánica. Las porciones 50 y 75 % de lombrínaza, afectaron negativamente el crecimiento de las plantas.

Sotelo & Téllez, (2007) realizaron un trabajo experimental, con el objetivo de determinar el efecto de diferentes porcentajes de sustrato de humus de lombriz, compost y suelo en la producción de plántulas de café variedad catimor, los tratamientos que evaluaron fueron sustratos que contenían un 100% de suelo, un 25, 50 y 75 % de humus de lombriz, un 25, 50 y 75 % de compost y una mezcla de los tres sustratos. Los tratamientos que mejor se comportaron en cuanto a altura de planta fueron los sustratos que contenían un 25 y 50 % de compost con alturas promedios de 29.46 y 30.71 cm respectivamente. En el diámetro de tallo los mejores resultados se presentaron en los tratamientos con un 25 y 50 % de compost, alcanzando diámetros promedios de 0.44 y 0.43 cm respectivamente. En cuanto al promedio de número fueron los tratamientos con un 75 % de humus con 15 hojas. En la variable longitud de raíz los tratamientos no presentaron diferencias significativas; sin embargo, los mayores promedios lo obtuvieron los tratamientos con un 75% de humus y un 25 % de compost.

Duicela, Corral, Chóez, Ramírez & Palma, (2003) concluyen que la aplicación de compost al sustrato asegura la obtención de plántulas vigorosas, sanas y con un buen desarrollo vegetativo.

Bustamante & Nápoles, (2001) desarrollaron un experimento cuyo objetivo fue determinar la influencia del estiércol vacuno y el humus de lombriz en el crecimiento de plántulas de *Coffea arabica L.* variedad "Caturra Amarillo", al utilizarse en varias proporciones (1/0; 3/1; 4/1; 5/1; 6/1 y 7/1 v/v), en combinación con dos niveles de fertilización mineral. Donde evaluaron la altura, el diámetro de tallo, la masa seca y el área foliar en 12 de las 48 plantas de cada tratamiento. Concluyeron que el estiércol vacuno se puede usar en proporciones que varían entre 3/1 y 7/1 sin necesidad de fertilizantes químicos.

La Universidad Nacional Agraria La Molina, evaluó el efecto de la utilización de distintos sustratos orgánicos sobre el crecimiento del café (*Coffea arabica L.*) variedad Caturra Amarillo en almácigos (semilleros). Donde estudiaron 10 tratamientos, mezclando cantidades diferentes de gallinaza, pulpa de café, materia orgánica de bosque primario y tierra de bosque primario. Los mejores sustratos para la mayoría de los parámetros evaluados (altura, diámetro, peso fresco y peso seco de planta), fueron los tratamientos T2 (40% gallinaza y 60% tierra de bosque primario), T8 (40% materia orgánica de bosque primario + 60% tierra de bosque primario), T9 (60% materia orgánica de bosque primario + 40% tierra de bosque primario) y T10 (100% tierra de bosque primario), sin embargo el T2 podría tener mayores ventajas que T8, T9 y T10 porque ayudaría a disminuir la contaminación del medio ambiente y evitaría la remoción de la materia orgánica y tierra del bosque tropical (Julca, Solano, & Crespo, 2000).

Romero, Jiménez, & Muschler, (2000) evaluaron el efecto del abono tipo bocashi (material tipo compostado rápido formado por 32% de suelo, 16% de cascarilla de arroz, 16% de carbón, 3% de cal agrícola, 1% de melaza, 16% de semolina de arroz y 16% de gallinaza) y follaje verde de Eritrina poeppigiana sobre la altura, el vigor y la producción de materia seca de plántulas de café, variedad Caturra, bajo 50% de sombra y a plena exposición solar, concluyeron que el crecimiento y desarrollo de las plantas fue mejor bajo sombra que a plena exposición.

Salazar & Montesino, (1994) realizaron una investigación con el objetivo de encontrar las diferentes proporciones que deben mezclarse el estiércol de ganado con el suelo, para obtener un sustrato con buen contenido de materia orgánica para el levante de almácigos de café. Además, se incluyó un tratamiento con pulpa de café descompuesta, para obtener una comparación entre estos dos materiales. Para la evaluación de los tratamientos se midió el crecimiento y se tomó el peso seco total (parte aérea y raíces) de las plantas a los seis meses de edad. Los resultados muestran que cuando se mezcla 1/4 parte de estiércol de ganado y 3/4 partes de suelo; el peso seco y la altura de las plantas presentan sus mayores valores. En este experimento se confirmó que la pulpa descompuesta de café mezclada con suelo en proporción 1:1 en volumen es el mejor sustrato para la construcción de almácigos de café.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la fuente de materia orgánica con mayor eficiencia en la producción de plántulas de café (*Coffea arabica*) en el caserío Nuevo Amazonas.

1.2.2. Objetivos específicos

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

- ❖ Comparar los efectos producidos por las dos fuentes de materia orgánica en la producción de plántulas de café.

- ❖ Determinar que sustrato permite obtener plántulas óptimas para el trasplante.

II. BASE TEÓRICA

2.1. Generalidades del cultivo del café

El café es uno de los cultivos bandera de América tropical, África y algunos países del Continente Asiático representando una actividad con importancia económica a nivel mundial considerándose el cultivo de mayor importancia agrícola, incidiendo notoriamente en la economía de los países en desarrollo como producto de exportación.

Los cafetos son arbustos de las regiones tropicales del género *Coffea*, de la familia de las rubiáceas. Según Cuba (2010), las cuatro principales especies comercializadas son *Coffea arabica* (Café arábico), *Coffea canephora* (Café robusta), *Coffea liberica* (Café liberiano) y *Coffea excelsa* (Café excelso).

El café arábico oficialmente es reconocido como producto bandera por su importancia económica, ecológica, social y por ser uno de los principales productos de agroexportación, del cual dependen más de 200 mil familias de pequeños y medianos productores (INIA, 2011).

2.1.1. Origen e historia del cultivo de café

El café Arábico es originario de Etiopía, país donde se inició su cultivo, prueba de ello es la existencia de plantaciones de café que crecen de forma silvestre en las áreas montañosas de este país y de áreas vecinas de Sudán (León, 2000). El cafeto fue trasladado de África al Asia por el Mar Rojo y el Golfo de Edén; de Etiopía a Yemen, por el puerto de Moka. Los árabes exportaban su café, primero a Siria, Persia (Irak), Turquía y luego a Europa, cuidando de que el grano perdiera su viabilidad como semilla para evitar su diseminación (Asociación Nacional del Café [ANACAFE], 1998).

Ya a principios del siglo XVIII, los holandeses llevaron el cafeto de Java a Holanda, a sus invernaderos del Jardín Botánico de Ámsterdam, de donde los distribuyeron a otros jardines botánicos de Europa, incluyendo el de París en Francia. A partir de entonces ocurren hechos significativos

en la historia del café como cultivo. Uno es su introducción de Holanda a la Guayana Holandesa (hoy Surinam) entre 1714 y 1718 y de aquí a la Guayana Francesa en 1719 y luego en 1727 hacia Brasil. Otro es la introducción hecha por los franceses en su colonia de la isla de Bourbon (hoy Reunión) procedente de Moka, en 1715. La importancia de estos hechos radica en la introducción del cafeto primero en América y segundo en la Isla de Bourbon (ANACAFÉ 1998, citado por Martínez, 2005).

2.1.2. Clasificación taxonómica del café

El café es una planta arbustiva perenne que se da en el trópico del planeta, la taxonomía del cafeto puede considerarse de la siguiente manera:

- ❖ Reino : Plantae
- ❖ División : Magnoliophyta
- ❖ Clase : Dicotiledónea
- ❖ Orden : Rubiales
- ❖ Familia : Rubiáceas
- ❖ Género : Coffea
- ❖ Especie : Arábica
- ❖ Nombre Científico: *C. arabica* L., *C. canephora*, *C. liberica*.

Fuente: (Alvarado & Rojas 2007)

2.1.3. Descripción morfológica del café

La planta del café arábico se forma normalmente de un solo eje o tallo central en cuyo extremo presenta una parte meristemática en continuo crecimiento, lo que origina la formación de nudos y entrenudos. En los primeros ocho o diez nudos de una planta joven solo se forman hojas, a partir de ahí se forman ramas laterales o bandolas. El alargamiento del tallo y ramas de forma continua, sumados al crecimiento vertical, da a la planta

un aspecto cónico (Unión Nicaraguense de Cafetaleros [UNICAFE], 1996).

La producción exitosa del café está fuertemente condicionada por factores ambientales, entre los cuales cabe destacar la temperatura, precipitación, radiación solar, viento y suelos. Considerando lo anterior tanto los excesos como los faltantes de un factor o elementos ambientales pueden tornarse limitantes para el cultivo (ANACAFE, 1998).

2.1.3.1. Raíz

Las raíces desempeñan un papel fundamental en el crecimiento y la producción del cafeto. La raíz es el órgano por medio del cual la planta se ancla al suelo, absorbe y transporta el agua y los minerales esenciales para su crecimiento, en ella se acumulan sustancias que van alimentar a las hojas, flores y los frutos (Duran, 2010).

El sistema radicular del cafeto está formado por una raíz principal llamada pivotante, las raíces axiales o de sostén, raíces laterales y raíces absorbentes o raicillas; la raíz pivotante profundiza un máximo de 50 cm a 60 cm y juntamente con las raíces axiales realiza la función de sostén de la planta. Las raicillas se encargan de la absorción del agua y los nutrientes. (ANACAFE, 1998).

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 (Arcila, Farfán, Moreno, Salazar, & Hincapié, 2007).

2.1.3.2. Tallo

El crecimiento de la parte aérea del cafeto se genera a partir de las células meristemáticas ubicadas en el ápice del tallo y de las yemas apicales en las ramas. El ápice del tallo es el responsable de la formación de nudos, hojas y del crecimiento en altura de la planta (crecimiento ortotrópico) y en el ápice de las ramas ocurre la formación de nudos, hojas y la expansión lateral de la planta (crecimiento plagiotrópico) (Arcila, Farfán, Moreno, Salazar, & Hincapié, 2007).

El 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. (Alvarado & Rojas, 2007).

2.1.3.3. Hojas

Las hojas son órganos en los cuales se realizan los tres procesos fisiológicos más importantes que soportan el crecimiento y desarrollos vegetativo y reproductivo de la planta y éstos son: la fotosíntesis, la respiración y la transpiración (Arcila *et al.*, 2007).

- ❖ fotosíntesis es el proceso fisiológico que permite la elaboración de toda la materia hidrocarbonada necesaria para la planta.
- ❖ La respiración es la función fisiológica en la cual la planta utiliza parte de los hidratos de carbono fotosintetizado para obtener la energía necesaria para los procesos de crecimiento y desarrollo.
- ❖ La transpiración es la función mediante la cual la planta elimina por los estomas el exceso de agua absorbida por el sistema radical y es un mecanismo de refrigeración de la planta (Arcila *et al.*, 2007).

2.1.3.4. Flores

Las flores son los órganos destinados a reproducir las plantas, las flores dan origen a los frutos, sin flores no hay cosecha (Arias, 2012).

Las flores del cafeto aparecen en los nudos de las ramas, hacia la base de las hojas, en grupos de cuatro o más, sobre un tallo muy corto llamado glómérulo, en la base de cada hoja hay de tres a cinco glómérulos; el proceso de formación de las flores del café puede durar de cuatro a cinco meses (Arias, 2012).

El café arábico es una planta autógama, es decir cuando la flor se abre, parte el polen ya se ha liberado internamente habiendo ocurrido entre el 90 a 95% de autofecundación, mientras que las demás requieren la presencia de insectos o la ayuda del viento para la fecundación (Cuba, 2010).

2.1.3.5. Frutos

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. (Consejo Cafetalero Nacional [COFENAC], 2011).

El fruto está formado por una piel llamada exocarpio, esta recubre la pulpa o mesocarpio, el cual posee una sustancia gelatinosa azucarada que recibe el nombre de mucílago, esta encierra las dos semillas recubiertas por el endocarpio o mejor conocido como pergamino (Alvarado & Rojas, 2007).

2.1.4. Descripción fisiología del café

La vida del cafeto comprende tres grandes períodos:

- ❖ El primero es el de crecimiento que comienza con la germinación de la semilla y termina en la edad adulta; éste comprende, según las especies y según las condiciones del medio.
- ❖ El segundo período es el de producción, es el más largo, ya que se establece en quince o veinte años, a veces más.
- ❖ El último período es el de decadencia fisiológica que termina con la muerte del arbusto.

2.1.4.1. 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 seis a ocho pares de hojas verdaderas. El primer par de ramas se forma entre los siete y los ocho 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 veinticinco o treinta días, en un año se forman aproximadamente de doce a catorce 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.*, 2007).

2.1.5. Condiciones agroecológicas del café

La temperatura óptima oscila entre 19 y 21 °C con extremos de 17 a 23 °C; por encima de la temperatura promedio de 24 °C se acelera el crecimiento vegetativo, limitando tanto la floración como el cuajado de los frutos. Cuando la temperatura promedio es de 26 °C o superior se presenta un fructificación continuada, que se caracteriza por la presencia de frutos maduros o próximos a la madurez junto a frutos verdes de tamaño mediano y/o frutos verdes pequeños y flores en una misma rama (Fischersworrning & Robkamp, 2001).

Las precipitaciones en las zonas cafetaleras oscilan entre los 1000 y 3500 mm anuales, según su ubicación en las zonas tropicales o subtropicales se presentan una o dos épocas de lluvia anuales, seguidas por uno o dos períodos secos con lluvias menos fuertes y de menor intensidad, la cantidad requerida por el café para un buen crecimiento y desarrollo es de 1600 a 1800 mm/año (CICAFE, 2011).

La humedad relativa que prevalece en los cafetales tanto en los meses secos como en los lluviosos, es del 70 al 95 % (Fischersworrning & Robkamp, 2001).

La radiación solar que requiere el cultivo del cafeto se encuentra entre 1 500 y 2 500 horas al año (Castañeda, 2000).

La textura del suelo y su profundidad efectiva (alrededor de 1,5 metros) son de mucha importancia, tanto el suelo como el subsuelo deben tener un buen drenaje. El suelo adecuado para el cafeto es el migajón bien drenado, profundo y ligeramente ácido, rico en nutrientes y que cuente con un 60 % de espacio poroso (Figuroa, 1996; Fischersworrning & Robkamp, 2001).

Respecto a la topografía el cafeto se cultiva principalmente en terrenos con pendientes que van desde 30 % a más de 80 %, presentando paisajes con colinas que fluctúan entre 500 y 2000 m.s.n.m.; los terrenos planos o con

ligera pendiente, ofrecen mejores condiciones agrícolas que los inclinados (Fischersworing & Robkamp, 2001).

El pH del café tiene un rango óptimo de 5.5 a 6.5, valores debajo o arriba de ellos, afectan el desarrollo normal de raíces, el crecimiento y producción (Gómez, 2010).

2.2. Especies y cultivares

De las tres especies que se explotan comercialmente, el café arábico es el más principal a nivel mundial, no sólo por el área sembrada y la cantidad suplida en el mercado, sino por la excelente calidad de su bebida. El café comercializado a nivel mundial proviene de café arábico, del café robustas y en menor escala del café libérico (Alvarado & Rojas, 2007).

Entre las numerosas variedades de café arábico se ha prestado especial atención a aquéllas de alta calidad y productividad. Sin embargo, en las últimas tres décadas, la caficultura también ha venido considerando como característica importante la resistencia a enfermedades como la roya amarilla del cafeto (*Hemileia vastatrix*) a la cual la variedad Típica no es resistente (Fischersworing & Robkamp, 2001).

2.2.1. Variedades nacionales

Los cafés del Perú son de la especie *C. arabica*, que se comercializa bajo la categoría “Otros Suaves”. Las variedades que se cultivan son principalmente Típica, Bourbon, Caturra, Catuai, Catimores, Gran Colombia y Pache (Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo [DESCO], 2012).

2.2.2. Catimor variedad en estudio

La variedad catimor es un híbrido que se origina del cruzamiento de Caturra Roja y un híbrido de Timor. Se caracteriza por su porte bajo, su tronco de grosor intermedio así como por su considerable número de ramas laterales que forman una copa medianamente vigorosa y compacta. Además de su productividad relativamente alta muestra un

comportamiento favorable con respecto a la enfermedad de la roya, por lo menos a las razas del hongo *Hemileia vastatrix* que proliferan en la caficultura andina (Sánchez, 1994; Fischersworing & Robkamp, 2001).

La variedad catimor han mostrado buena adaptabilidad a diferentes alturas y regiones cafetaleras del país, comprendiendo alturas desde los 800 m.s.n.m. a los 1600 m.s.n.m. con lluvias superiores a los 3000 mm anuales.

La calidad de taza ha mostrado ser similar o inclusive superior para los parámetros de aroma, dulzor, acidez, cuerpo y preferencia, bajo las mismas condiciones ambientales que Caturra y Catuaí.



Fotografía 1. Café variedad catimor de siete años de edad

2.3. El cultivo de café a nivel de vivero

El éxito de una plantación cafetalera se inicia con una buena selección de semilla y con la producción de plántulas de calidad a nivel de vivero, calidad que no depende únicamente de las características genéticas de la semilla sino también de las propiedades de los sustratos utilizados, porque es en este medio que las plántulas desarrollaran sus primeros estadios de vida (Tut, 2014).

2.3.1. Selección de la semilla

En condiciones de campo, pese a la aparente uniformidad de las plantas de un cafetal, la producción varía mucho de cafeto a cafeto. Por ello es necesario seleccionar y marcar en cada cafetal aquellas cafetos de gran vigorosidad y mayor producción (plantas madres) para luego obtener de estos las semillas para los replantes, las resiembras o las nuevas plantaciones (Fischersworrning & Robkamp, 2001).

2.3.1.1. Criterios para la selección de las plantas madres

Un cafeto en un buen estado tiene un tronco recto y normalmente grueso y sus ramas primarias no están ni muy distantes ni muy juntas, para la selección de plantas madres para la producción de semillas se debe tener en cuenta lo siguiente criterios:

- ❖ Buena forma del árbol.
- ❖ Rapidez en su desarrollo y fructificación.
- ❖ Fructificación abundante.
- ❖ Cosechas abundantes año tras año y poca presencia de granos vanos.
- ❖ Buena forma y excelente calidad del fruto.
- ❖ Resistencia a plagas y enfermedades.

2.3.1.2. Cosecha y selección de la semilla

Cosechar únicamente frutos sanos, que hayan alcanzado su plena madurez, de las ramas centrales del cafeto. (Fischersworrning & Robkamp, 2001; Gómez, 2010) dicen que durante el proceso de selección y beneficio de la semilla de café han de tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- ❖ Selección de plantas sanas, vigorosas, altamente productoras, con edad promedio de cinco a ocho años productivos y con buenas características fenotípicas de la variedad que se desea propagar.
- ❖ Recolección de frutos completamente maduros y sanos, que hayan alcanzado su plena madurez, de la parte central de la planta y del centro de las bandolas seleccionadas.
- ❖ Despulpado manual para no dañar el grano y de preferencia el mismo día de recolección.
- ❖ Fermentar la semilla por unas 12 a 18 horas, tiempo suficiente para que se desprenda el mucílago.
- ❖ Lavado con agua limpia y dejar granos sin ningún residuo de mucílago.
- ❖ Eliminación de los frutos que floten o que muestren malformaciones y daños mecánicos o de plagas.
- ❖ Secado de las semillas colocándolas bien distribuidas sobre sacos limpios o zarandas, bajo sombra, moverlas periódicamente hasta alcanzar una humedad del 14 %.
- ❖ Almacenamiento en lugares frescos, oscuros y con una adecuada circulación de aire.

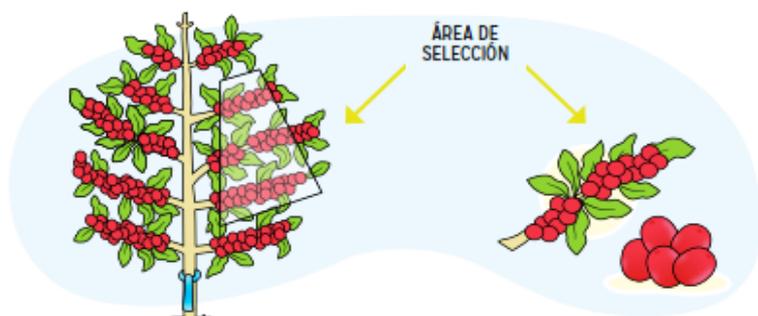


Figura 1. Área de selección de la semilla de café (SCAN, 2014).

2.3.2. Germinadores de café

La etapa de semillero consiste en colocar la semilla seleccionada en un sustrato para que germinen, emerjan y logren el desarrollo adecuado para su trasplante al vivero. Es indispensable que toda unidad productiva cafetalera prepare anualmente su germinador para establecer nuevas áreas de café, renovar las plantas improductivas y llenar los espacios (Fischersworing & Robkamp, 2001).

2.3.2.1. Construcción y siembra del germinador.

El germinador ha de construirse con materiales de la zona, en un lugar sombreado, de fácil acceso, cercano a una fuente de agua y protegido de los animales domésticos. Para obtener 3 000 chapolas ha de sembrarse un kilogramo de café pergamino, para esta cantidad de semilla el germinador debe tener un tamaño de un metro de ancho por un metro de largo y veinte centímetros de altura (Fischersworing & Robkamp, 2001).

El mejor sustrato para el germinador es la arena fina y lavada de río, por disminuir los ataques de enfermedades, evita el encharcamiento, propicia un buen desarrollo de las raíces y facilita el trasplante, previo a la siembra de la semilla es favorable desinfectar el sustrato del germinador con la aplicación de abundante agua hirviendo (Fischersworing & Robkamp, 2001; Gómez, 2010).

La siembra del café se realiza al voleo o en surcos paralelos. Para la siembra al voleo es indispensable colocar sobre el sustrato húmedo del germinador las semillas esparcidas uniformemente y apretarlas suavemente para que queden bien en contacto con el sustrato, luego se tapa la semilla con una capa de arena de 2 cm de espesor. Para la siembra en surcos paralelos se recomiendan distancias de 5 cm uno del otro, las semillas se colocan en el surco

a una distancia de 1 cm, respectivamente (Fischersworing & Robkamp, 2001).

El riego del germinador se debe efectuar con agua limpia y chorro fino cada vez que sea necesario (por la mañana o por la tarde) con el fin de mantener húmedo el sustrato.

Las plantas están listas para ser trasplantadas al vivero a partir del estado de fosforito y a más tardar cuando el primer par de hojas esté abierto, es decir, en estado "mariposa" o "chapola".



Fotografía 2. Germinador de café en estado fosforito y mariposa

2.3.3. Vivero de café

La etapa de vivero consiste en traer las plántulas de café del semillero a un sustrato con mayor cantidad de nutrientes para que desarrollen la capacidad de asimilar su trasplante al campo definitivo.

2.3.3.1. La bolsa como recipiente

La bolsa más utilizada es la de polietileno de color negro con perforaciones en la mitad para drenar el exceso de agua, cuyas dimensiones pueden variar de 15 x 20, 17.5 x 22, 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, una bolsa más grande presta mejores condiciones para que la planta pueda alcanzar un mayor crecimiento sin sufrir deterioro en su desarrollo (Ureña, 2009).

2.3.3.2. Diseño y construcción del vivero

Para hacer un vivero se debe escoger un terreno plano o lo menos pendiente posible, cercano al lugar donde se vaya a establecer el cafetal y cerca de una fuente de agua (Fischersworing & Robkamp, 2001; CENICAFE, 2007).

2.3.3.3. Llenado y colocación de las bolsas

El llenado de las bolsas se debe realizar hasta un centímetro bajo del borde de la bolsa, para permitir que el agua de riego sea más eficiente. Se recomienda arreglar las bolsas en bloques de un metro de ancho por el largo que se desee, ubicando con dirección este-oeste (salida y puesta del sol respectivamente) para garantizar un sombreado uniforme en el vivero (Fischersworing & Robkamp, 2001).

2.3.3.4. Selección y trasplante de las chapolas a las bolsas

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. 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, se coloca la chapola y se aprieta

suavemente con tierra, el trasplante se aconseja realizarlo en horas de la tarde para evitar la deshidratación de las plantas por el sol (Fischersworing & Robkamp, 2001; CENICAFE, 2007).

2.3.3.5. 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 o preferiblemente por la tarde, humedeciendo bien la tierra de las bolsas, para así darle los requerimientos de agua que necesita la planta para su crecimiento (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 (Fischersworing & Robkamp, 2001).



Fotografía 3. Plantones listos para ser trasplantados a campo definitivo.

2.4. Fuente de materia orgánica

Guerrero (1996), indica que la materia orgánica incorporado en forma adecuada al suelo representa una estrategia básica para darle vida al suelo, ya que sirve de alimento a todos los organismos que sirven en él, particularmente a la micro flora responsable de realizar una serie de procesos en la dinámica del suelo, en beneficio del crecimiento de las plantas, por esta razón la materia orgánica del suelo ha constituido el centro de la atención fundamental cuando se requiere efectuar un manejo ecológico del suelo.

Tabla 1. Características químicas de compost y humus de lombriz.

Fuentes de materia orgánica	Características químicas (%)						
	Ph	N	P	K	Ca	Mg	H
Compost	7.26	0.44	0.14	0.032	1.9	0.32	40.1
Humus de Lombriz	7.19	1.66	0.64	0.024	1.31	0.6	67

Fuente: (Matheus, 2007)

La mineralización del nitrógeno es un proceso microbiano relativamente lento que es afectado por factores tales como la composición del enmendante, tipo de suelo, temperatura, pH, aireación y humedad.

2.4.1. El compost

El compost es un abono natural que resulta de la descomposición y transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen animal y vegetal, que han sido descompuestos bajo condiciones controladas, su calidad depende de los insumos que se han utilizado (tipo de estiércol y residuos vegetales) y en promedio tiene 1,04% de N, 0,8% de P y 1,5% K (Guerrero, 1996).

El compost es una mezcla de material orgánico de origen animal o vegetal, o de ambos, parcialmente desintegrada que puede contener sustancias como ceniza, cal y sustancias químicas (Chilon, C. E. & Chilon, M. J., 2014).

La porosidad y la textura fibrosa del compost permiten a las raíces tener acceso al aire contenido en el sustrato y espacio para un buen desarrollo del sistema radicular, el compost tiene una buena capacidad de retener el agua y ponerla disponible para las plantas, además tiene la capacidad de retener los elementos nutritivos necesarios para el crecimiento inicial de la planta, es decir, que el compost retiene los elementos nutritivos para devolverlos disponibles a la planta cuando es necesario (Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR), 2005).

La acción microbiana del compost hace asimilable para las plantas materiales inertes como fósforo, calcio, potasio, magnesio, así como micro y oligoelementos (Medina & Quezada, 2004).

2.4.2. El humus de lombriz

El humus es una materia homogénea, amorfa, de color oscuro e inodora, es el resultado de la materia orgánica y otros componentes comidos y defecados por las lombrices, los productos finales de la descomposición del humus son las sales minerales, dióxido de carbono y amoníaco, además de ser un excelente fertilizante es un mejorador de las características físico-químicas del suelo (Morales, 1996).

El humus de lombriz contiene una concentración importante de elementos solubles orgánicos, entre los que se incluyen los humatos y los más importantes son los ácidos húmicos, fúlvicos y húmicos, y su aplicación estimula los procesos de humificación y mineralización de los residuos vegetales en el suelo (Somarriba & Guzman, 2004).

Ríos & Sánchez (1993), expresan que la acción del humus de lombriz hace posible que los suelos que lo contienen presenten una mejor estructura,

debido a que actúa como agente de cementación entre las partículas del suelo, dando origen a estructuras granulares, que permiten:

- ❖ Mejorar el desarrollo radical.
- ❖ Mejorar el intercambio gaseoso.
- ❖ Activar los microorganismos benéficos e inhibidores de microorganismos perjudiciales.
- ❖ Aumentar la oxidación de la materia orgánica y, por consiguiente, la entrega de nutrientes, que las plantas pueden asimilar.

Medina & Quezada (2004), reportaron que cuando se utiliza el humus de lombriz en el suelo, se aportan colonias microbiales que participan en la transformación de todos los nutrientes minerales necesarios para la nutrición de la planta. La cantidad de nutrientes contenidos en el humus es muy variable.

2.5. Nutrición del café

La nutrición en la etapa de almácigo comienza desde el trasplante de la chapola hasta el momento de la siembra en el campo definitivo, en esta etapa la planta responde de manera positiva a los abonos orgánicos y a las aplicaciones de fósforo

Diversas investigaciones han demostrado que el café responde positivamente a la aplicación de abonos orgánicos y fósforo durante la etapa de almácigo; sin embargo, poco se sabe acerca de la acción conjunta de éstos. Por ello Ávila *et al.*, (2010), evaluó el efecto combinado de tres fuentes de abono orgánico (gallinaza, pollinaza y lombrínaza) y dos fuentes de fósforo (Fosfato diamónico y Superfosfato triple) sobre el crecimiento de las plantas de café. Concluyeron que la aplicación de fósforo no afectó el peso seco de las plantas cuando éstas se desarrollaron en suelo solo, pero 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 fósforo.

2.5.1. Los nutrientes y el rol que desempeñan en el crecimiento y desarrollo del cultivo de café

Para que toda planta pueda desarrollarse normalmente requiere de un suministro constante y balanceado de nutrientes, tan pronto sea la carencia de uno o varios elementos nutritivos, o está en pocas cantidades o bajas concentraciones en el medio donde éstas crecen, se empiezan a manifestarse los síntomas de deficiencias como la clorosis, la deformación y defoliación de las hojas, pobre crecimiento, necrosis y muerte regresiva, cuando esto ocurre el crecimiento y desarrollo de las plantas es anormal (Arista , 2011).

Actualmente se consideran dieciséis elementos minerales como esenciales o benéficos para el crecimiento óptimo de las plantas. Tres de ellos, el carbono (C), el hidrógeno (H) y el oxígeno (O) son suministrados por el aire y el agua y son los más abundantes en la planta. Los demás elementos los toma del suelo o son suministrados en fertilizantes o enmiendas y suelen agruparse en seis macronutrientes esenciales, nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) los requiere la planta en grandes cantidades y siete micronutrientes esenciales, hierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mg), boro (B), cobre (Cu), cloro (Cl) y molibdeno (Mo) los requiere la planta en cantidades muy pequeñas (Arcila *et al.*, 2007).

Los elementos minerales requeridos por el cultivo de café para su crecimiento y desarrollo según Duicela, (2011) y UNICAFE, (1996), son los siguientes:

- ❖ **Nitrógeno (N):** El nitrógeno forma parte de la molécula de clorofila, que es necesario para el proceso fotosintético de las plantas y el desarrollo foliar. En el suelo está presente en tres formas principales, el nitrógeno orgánico que se lo encuentra en la materia orgánica del suelo; el amonio y los nitratos.

- ❖ **Fósforo (P):** Es el elemento que interviene en la transferencia de energía, el desarrollo de raíces, tallos, ramas y en la floración de las plantas.
- ❖ **Potasio (K):** Desempeña importantes funciones en la mayoría de los procesos biológicos de la planta, es importante en la formación de tejidos de sostén, tallo, hoja y frutos. Fortalece el cafeto y le ayuda a resistir las plagas y enfermedades.
- ❖ **Calcio (Ca):** Estimula el desarrollo de raíces y hojas e influye en los rendimientos en forma directa mejorando las condiciones de crecimiento de las raíces al reducir la acidez del suelo, estimula la actividad microbiana y contribuye al aprovechamiento de otros nutrientes.
- ❖ **Azufre (S):** Es esencial en la formación de proteínas, vitaminas y enzimas, además forma parte de algunos aminoácidos y ayuda al desarrollo de las raíces y a 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, así como también favorece la absorción de fósforo.
- ❖ **Boro (B):** Su función está estrechamente relacionada con la actividad metabólica, el desarrollo de la pared celular, el transporte de azúcares y la formación de proteína.
- ❖ **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.

- ❖ **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.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación fue realizado en el caserío de Nuevo Amazonas distrito de Yamón, provincia de Utcubamba, región de Amazonas, en la parcela de propiedad del Sr. Edali Díaz Silva, el área experimental se encuentra ubicada a una altitud de 1600 m.s.n.m. entre los meses de febrero a octubre del 2016, desde la siembra de la semilla hasta el traslado de los plántones a campo definitivo.

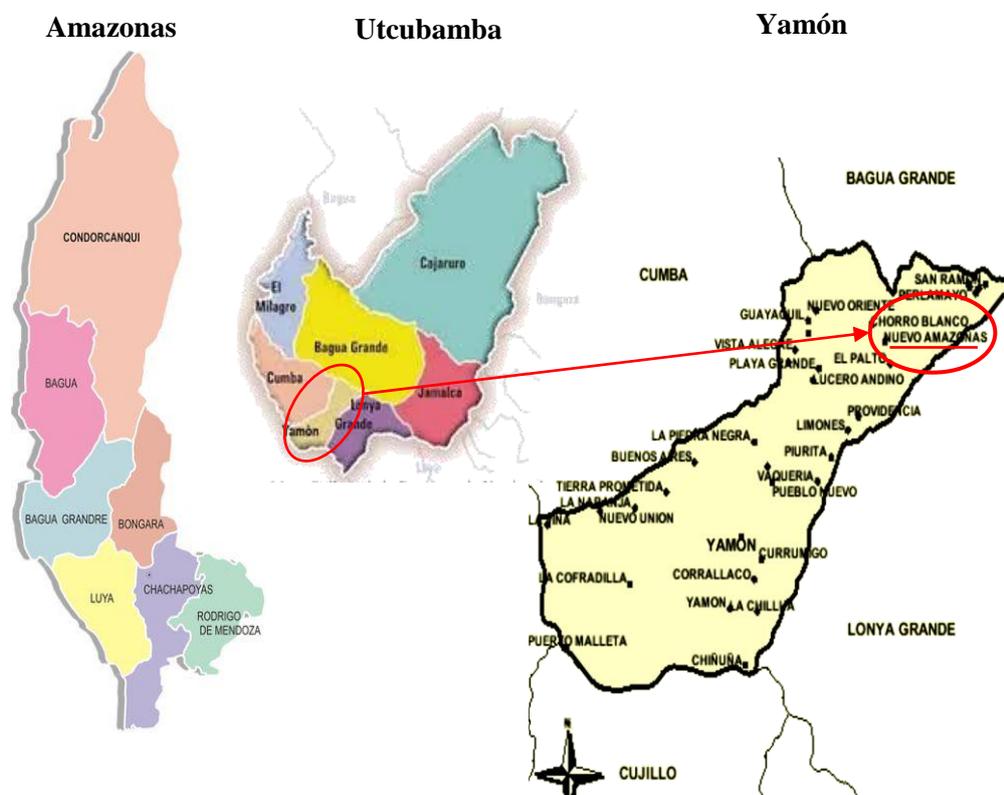


Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio, región Amazonas, provincia de Utcubamba, distrito de Yamón y caserío de Nuevo Amazonas.

3.2. Materiales

Materiales orgánicos

- ❖ Semilla de café Variedad Catimor
- ❖ Compost
- ❖ Humus de lombriz
- ❖ Tierra agrícola
- ❖ Arena de río

Materiales de campo

- ❖ Cuaderno de registros
- ❖ Bolígrafo
- ❖ Cinta métrica
- ❖ Pala
- ❖ Pico
- ❖ Machete
- ❖ Cordel
- ❖ Regla graduada de 50 cm
- ❖ Vernier
- ❖ Malla tamizador
- ❖ Bolsas de vivero de 5 x 8 x 2”
- ❖ Regadera
- ❖ Plancha de triplay
- ❖ Tarro de esmalte color blanco
- ❖ Tarro de esmalte color rojo
- ❖ Pincel
- ❖ Cámara fotográfica digital
- ❖ Lap top
- ❖ Calculadora científica
- ❖ Papel
- ❖ Material bibliográfico

3.2.1. Material en estudio

El material genético estudiado y evaluado pertenece en su totalidad a café de variedad Catimor, para la cual se utilizaron chapolas de 100 días de germinación, con buenas características agronómicas que les permitió una fácil adaptación a las condiciones climáticas de la zona. Esta variedad tiene un gran potencial productivo que puede alcanzar e incluso superar los rendimientos obtenidos por otras variedades comerciales. Las plántulas de café fueron sembradas en sustratos con diferente proporción de compost y humus.

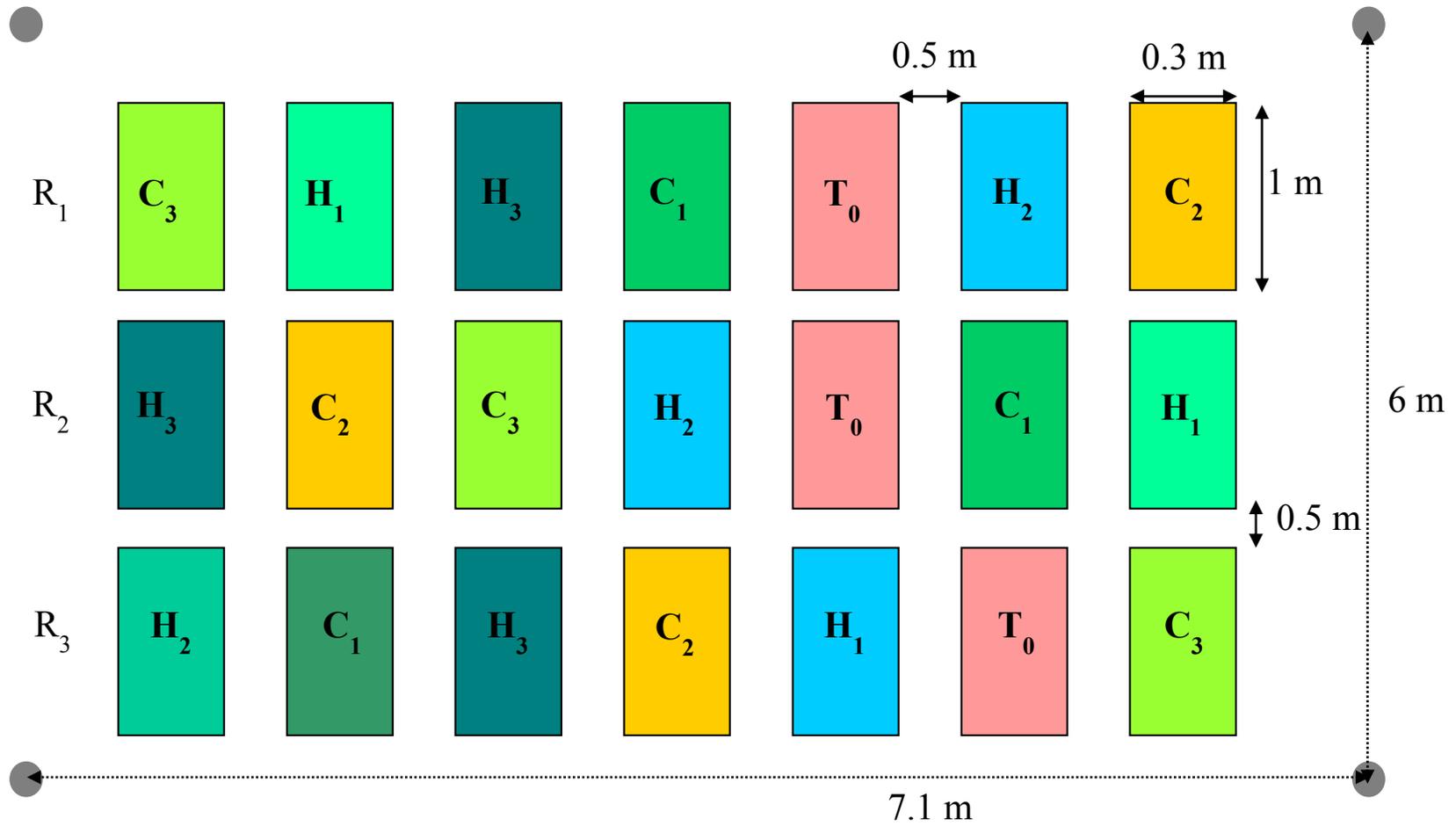
3.3. Métodos

3.3.1. Descripción del diseño experimental

Para la presente investigación se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con sub muestra con igual número de repeticiones e igual número de unidades en la muestra, consto con un total de siete tratamientos (incluido el testigo), y tres repeticiones, utilizando la variedad Catimor, plantadas en bolsas que se llenaron con los distintos sustratos, el sistema de siembra fue una planta por bolsa, cada tratamiento consto de treinta plantones dispuestas en tres hileras de diez plantones, se muestrearon los diez plantones de la hilera central.

3.3.2. Tamaño del área experimental

El área total en estudio fue de 42.6 m², con un total de 630 plantones de café de la variedad Catimor. En la Figura 4 se muestra detalladamente el área y distribución de los tratamientos.



Área total del experimento: 42.6 m²

Figura 3. Croquis de la distribución del área experimental

Tabla 2. Características del campo experimental

Diseño experimental	DCA
Tratamientos	7
Repeticiones	3
Ancho de cada unidad experimental	0.3 m
Largo de cada unidad experimental	1 m
Área de cada unidad experimental	0.3 m ²
Distanciamiento entre tratamiento	0.5 m
Distancia entre repeticiones	0.5 m
Largo del ensayo	7.1 m
Ancho del ensayo	6 m
Área total del ensayo	42.6 m ²
Número de unidades experimentales	21
Número de plántones por unidad experimental	30
Número total de plantas del ensayo	630
Número de plántones evaluados por unidad experimental	10
Número total de plántones evaluados en el ensayo	210

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Tratamientos

Tabla 3 Descripción de los tratamientos utilizando compost, humus de lombriz y tierra agrícola, a nivel de vivero.

Tratamientos	Porcentajes de sustratos orgánicos y tierra agrícola		
	Compost (%)	Humus de lombriz (%)	Tierra agrícola (%)
T0	0	0	100
C1	25	0	75
C2	50	0	50
C3	75	0	25
H1	0	25	75
H2	0	50	50
H3	0	75	25

Fuente: elaboración propia

3.3.4. Establecimiento y conducción del trabajo experimental

El presente estudio, se realizó durante los meses de febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre del año 2016. Contando desde la siembra de la semilla en la cama germinadora, hasta la etapa de traslado a campo definitivo, es decir al final del desarrollo vegetativo en fase de vivero.

3.3.4.1. Selección de la semilla

La selección de la semilla se hizo en la segunda cosecha de café, en la finca del señor Edali Díaz Silva, se seleccionaron las mejores plantas, y se recogieron los mejores granos de la parte central de las ramas y de la planta, seleccionando la variedad Catimor.

3.3.4.2. Construcción y siembra del almácigo

Para la preparación e instalación del almácigo se construyó una cama almaciguera de un metro de ancho por un metro de largo y 20 cm de altura. Como sustrato se utilizó arena lavada de río previamente desinfectada. Luego se procedió a la siembra de la semilla realizándolo al voleo, una vez colocadas las semillas se cubrió con una capa de arena cernida y luego se colocó sombra como protección del almácigo.

3.3.4.3. Preparación de sustratos

Para la preparación de los sustratos primeramente se consiguió la tierra agrícola, el compost y el humus de lombriz, se realizó el tamizado de los sustratos y luego se realizó las mezclas respectivas para el llenado de las bolsas. El sustrato se preparó mezclando tierra agrícola y diferente proporciones de compost y humus.

a. Preparación de sustrato a base de Compost

Se preparó a base de tierra agrícola y compost en las proporciones de 75 % de compost más 25 % de tierra agrícola, 50 % de compost más 50 % de tierra agrícola y 25 % de compost más 75 % de tierra agrícola, para la mezcla se colocó una capa de tierra y una de compost, luego se le dio vueltas con la finalidad de tener una mezcla homogénea.

b. Preparación de sustrato a base de humus de lombriz

Se preparó a base de tierra agrícola y humus en las proporciones de 25 % de humus más 75 % de tierra agrícola, 50 % de humus más 50 % de tierra agrícola y 75 % de humus más 25 % de tierra agrícola, para la mezcla se colocó una capa de tierra y una de compost, luego se le

dio vueltas con la finalidad de tener una mezcla homogénea.

3.3.4.4. Llenado y ubicación de las bolsas

Una vez preparado los sustratos se procedió al llenado de bolsas con los tratamientos respectivos y se colocó según el croquis diseñado. Se identificó cada uno de los tratamientos para posteriormente empezar con las evaluaciones.

3.3.4.5. Trasplante del semillero a las bolsas

El trasplante se realizó a los 100 días después de la siembra de la semilla en la cama germinadora, en estado mariposa, antes de realizar el trasplante se aplicó riego para facilitar la apertura del hoyo, la apertura del hoyo se realizó en el centro de cada bolsa con una estaca puntiaguda, luego se introdujo una plántula de café en cada una de las bolsas apretándolas ligeramente con la estaca para no dejar espacios vacíos, seguidamente se colocó sombra utilizando material vegetal de la zona como hojas de plátano.

3.3.4.6. Riego

En la etapa inicial del experimento, la aplicación del riego fue constante, llevándose a cabo dos veces al día, principalmente los días soleados. El riego se realizó en la mañana antes de la aparición del sol y en la tarde después de la salida del sol, para evitar el estrés de las plantas. Conforme las plantas fueron creciendo, se redujo la intensidad de riego, en época lluviosa no fue necesario el riego.

3.3.4.7. Control de malezas

En la etapa de vivero el control de malezas se hizo manualmente en cada una de las bolsas, ya que la proliferación de las malezas

es muy poco, sin embargo, se realizaron un control de malezas cada dos semanas.

3.3.4.8. Control fitosanitario

En la etapa de vivero el café tiene poca incidencia de plagas, por la cual no hubo necesidad de hacer aplicaciones de insecticidas ni fungicidas, debido a que no se tuvo dificultad con enfermedades, hongos, nematodos u otros organismos.

3.3.5. Variables evaluadas

Para tomar los datos que harán posible el estudio de estas variables, se tomarán las diez plantas centrales de cada repetición y de ellas se tomarán todas las observaciones.

3.3.5.1. Altura de planta

Se midió con una regla graduada, desde el cuello de la raíz hasta la yema de la planta, se expresó en centímetros.

3.3.5.2. Diámetro del tallo

Para la medición de este indicador se utilizó un vernier, se realizó a dos centímetros de altura desde el cuello de la raíz y se expresó en milímetros.

3.3.5.3. Número de pares de hojas

Se contabilizó el número de pares de hojas verdaderas que iban apareciendo, desde la primera hasta la última, se expresó en unidades.

3.3.5.4. Longitud de la raíz

Una vez finalizado el ensayo a los cinco meses de a ver plantado las plántulas a las bolsas se procedió a extraer la plántula y se midió la raíz, se expresó en centímetros.

3.3.6. Análisis estadístico

Se trabajó con un diseño completamente al azar (DCA) con sub - muestra con igual número de repeticiones e igual número de unidades en la muestra, con siete tratamientos incluido el testigo y tres repeticiones.

❖ Modelo lineal aditivo

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} + n_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Efecto del i-ésimo tratamiento, j-ésima repetición y k-ésima unidad del sub muestreo.

μ : Efecto de la media

τ_i : Efecto del i-ésimo tratamiento

ε_{ij} : Efecto de la j-ésimo repetición sujeta al i-ésimo tratamiento

n_{ijk} : Efecto de i-ésimo tratamiento, j-ésima repetición y k-ésimo sub muestra

Nivel de significancia (α) : 5%

Nivel de confianza (1- α) : 95%

❖ **Comparaciones múltiples:** Para las comparaciones múltiples se empleó la prueba de Duncan al 5 % de nivel de confianza.

❖ **Programa estadístico:** Los datos fueron procesados y analizados con el software SPSS.

IV. RESULTADOS

De manera general el análisis de varianza múltiple reporta que al menos uno de los tratamientos, en promedio, es significativamente diferente que los demás respecto de cada una de las variables respuesta evaluadas (MANOVA, $p < 0.05$), además, no existe influencia importante de las de la sub muestra como fuente de variación ($p > 0.05$) excepto en la altura de la planta ($p < 0.05$). (Ver Anexo II, Tabla 14).

4.1. Altura de planta

Los resultados del análisis de varianza indican que hubo diferencia significativa para los tratamientos, resultados que denotan un comportamiento heterogéneo de los tratamientos evaluados y que el diseño estadístico fue el apropiado. (Ver Anexo II, Tabla 15).

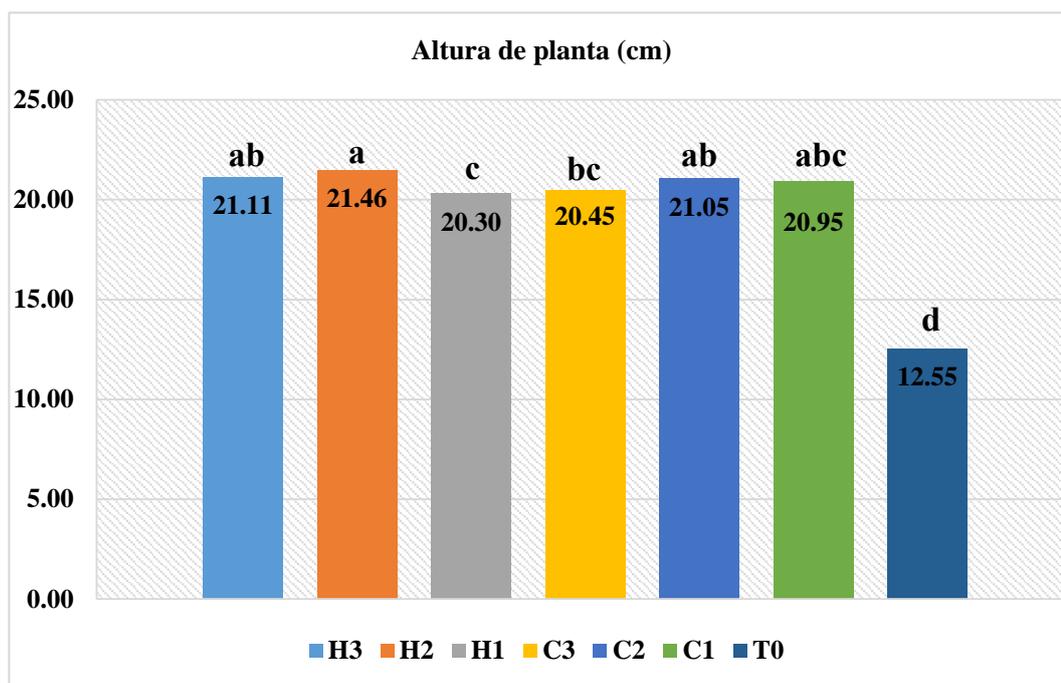


Figura 4. Altura de planta de los plantones de café variedad catimor.

En la figura 4 se muestran la comparación de medias según la prueba de Duncan, se observó que hubo diferencias significativas entre los promedios, encontrándose que los tratamientos H2, H3, C2 y C1 con valores de 21.46, 21.11, 21.05 y 20.94 cm respectivamente, son significativamente diferentes que el testigo (T0) que obtuvo la menor altura con un valor de 12.55 cm.

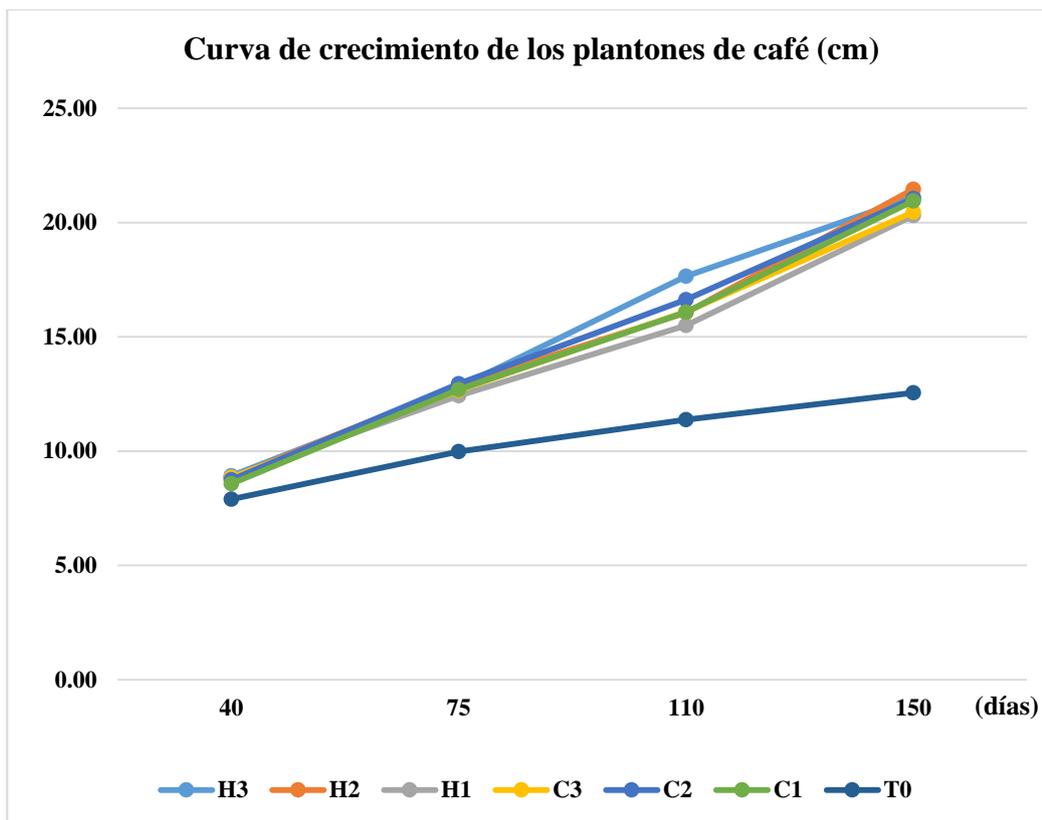


Figura 5. Curva de crecimiento de las plantas de café variedad catimor, durante los cinco meses de evaluación.

En la figura 5, se muestra la curva del crecimiento de las plantas de café durante los cinco meses de evaluación, donde se puede observar que en los primeros meses los tratamientos con diferentes proporciones de materia orgánica (compost y humus), reportan un crecimiento uniforme y se diferencian notoriamente del testigo, esto se debe principalmente a que la planta en los primeros estadios no requiere de mayor cantidad de nutrientes. Mientras que a partir de los 75 días se empiezan a notar el efecto de cada uno de los sustratos sobre el crecimiento de los plantones de café, debido a que los sustratos empiezan a soltar los nutrientes como las plantas lo van requiriendo, al final del experimento se puede observar que el tratamiento H2 alcanzó la mayor altura con un promedio de 21.46 cm y el que alcanzó la menor altura fue el tratamiento T0 con un promedio de 12.55 cm, fue el que menos creció.

4.2. Número de pares de hojas por planta

Al final del experimento se pudo observar como los tratamientos a base de sustrato de materia orgánica, mostraron un mayor número de pares de hojas por planta, un mayor grado de desarrollo vegetativo, así como una mayor la formación de tejidos, los que incidirán en las producciones futuras. (Ver Anexo II, Tabla 16).

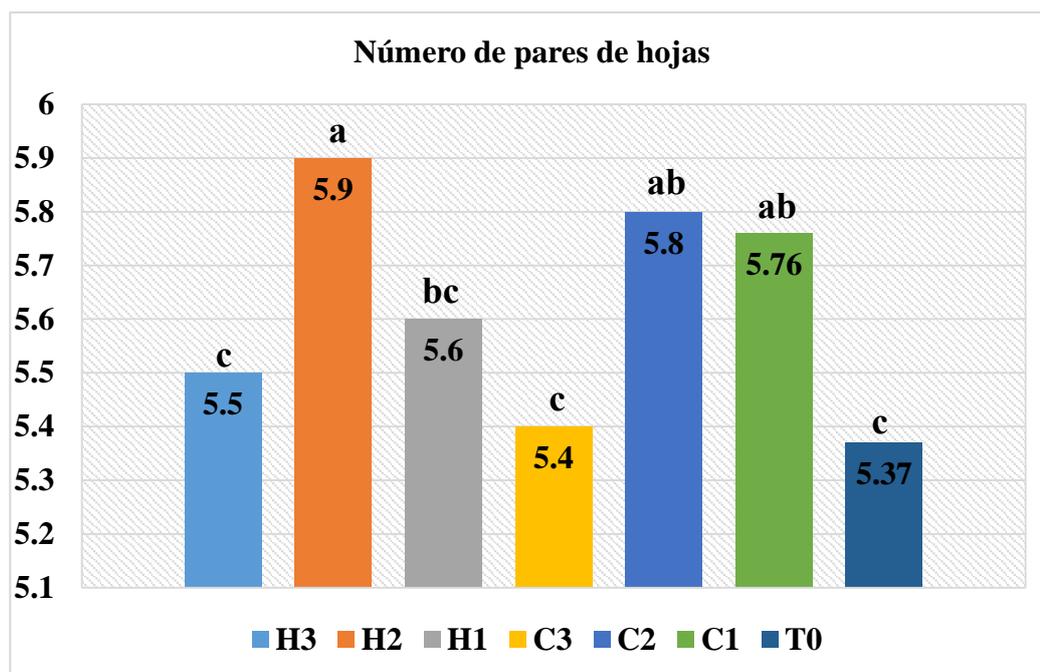


Figura 6. Número de pares de hojas de los plantones de café variedad catimor.

En la figura 6, se muestran la comparación de medias según la prueba de Duncan, se observó que hubo diferencias significativas entre los promedios, encontrándose que los tratamientos H2, C2 y C1, con medias de 5.9, 5.8 y 5.76 pares de hojas respectivamente, forman el grupo homogéneo de tratamientos que reportan un número promedio de pares de hojas significativamente diferente que los demás tratamientos e inclusive diferente al testigo (T0) que alcanza 5.37 pares de hojas, con estos resultados queda demostrado que los sustratos con materia orgánica, mostraron más pares de hojas que el tratamiento con tierra agrícola, lo que se considera positivo, ya que los plantones con ese número de pares de hojas están listos y en buenas condiciones para ser trasplantadas al campo definitivo.

4.3. Diámetro de tallo

Los resultados del análisis de varianza indican que no hubo diferencias significativas para los tratamientos con materia orgánica, resultados que denotan un comportamiento homogéneo de los tratamientos evaluados (Ver Anexo II, Tabla 17).

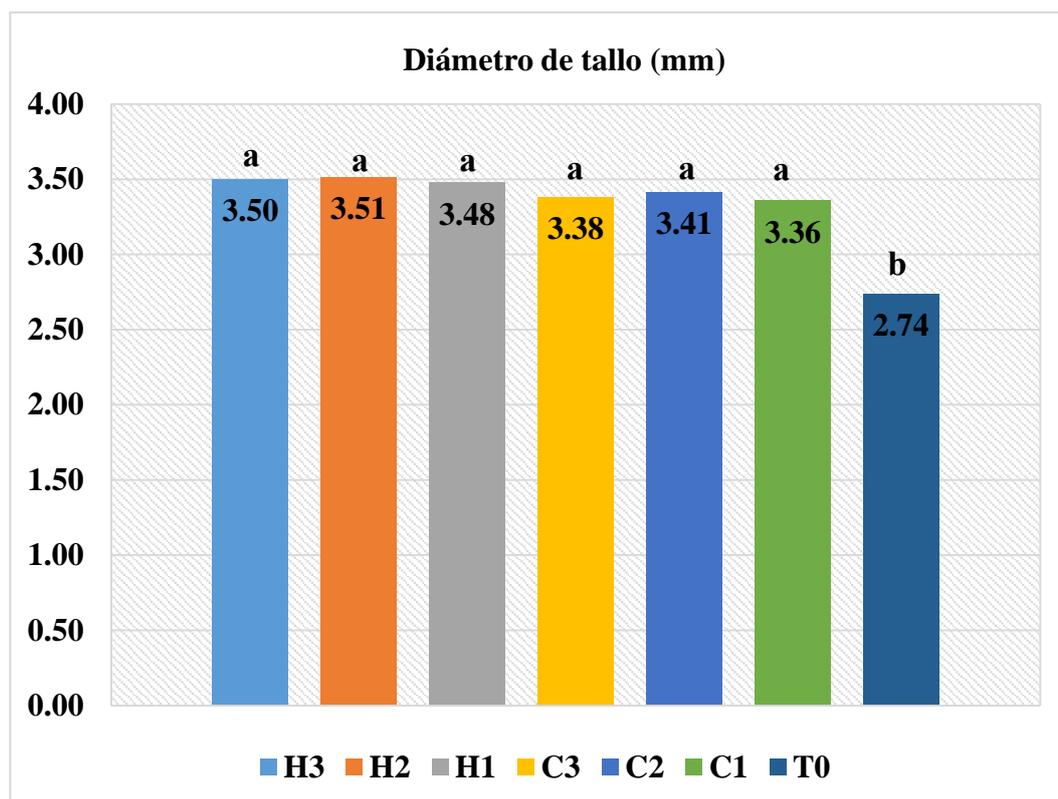


Figura 7. Diámetro de tallo de los plantones de café variedad catimor.

En la figura 7, se muestran la comparación de medias según la prueba de Duncan, se determinó que todos los tratamientos forman un grupo homogéneo, es decir no existe diferencia estadísticamente significativa entre los diámetros promedios de tallo, pero si respecto al testigo, sin embargo, el H2, fue superior numéricamente con respecto a los demás tratamientos, obteniendo 3.51 mm, por el contrario, el tratamiento con menor diámetro de tallo fue el testigo (T0) con 2.74 mm.

4.4. Longitud de raíz

En la figura siguiente se muestra los efectos producidos por los sustratos utilizados como fuente de materia orgánica en la producción de plantones de café variedad catimor en cuanto a la longitud de raíz al final del experimento (Ver Anexo II, Tabla 18).

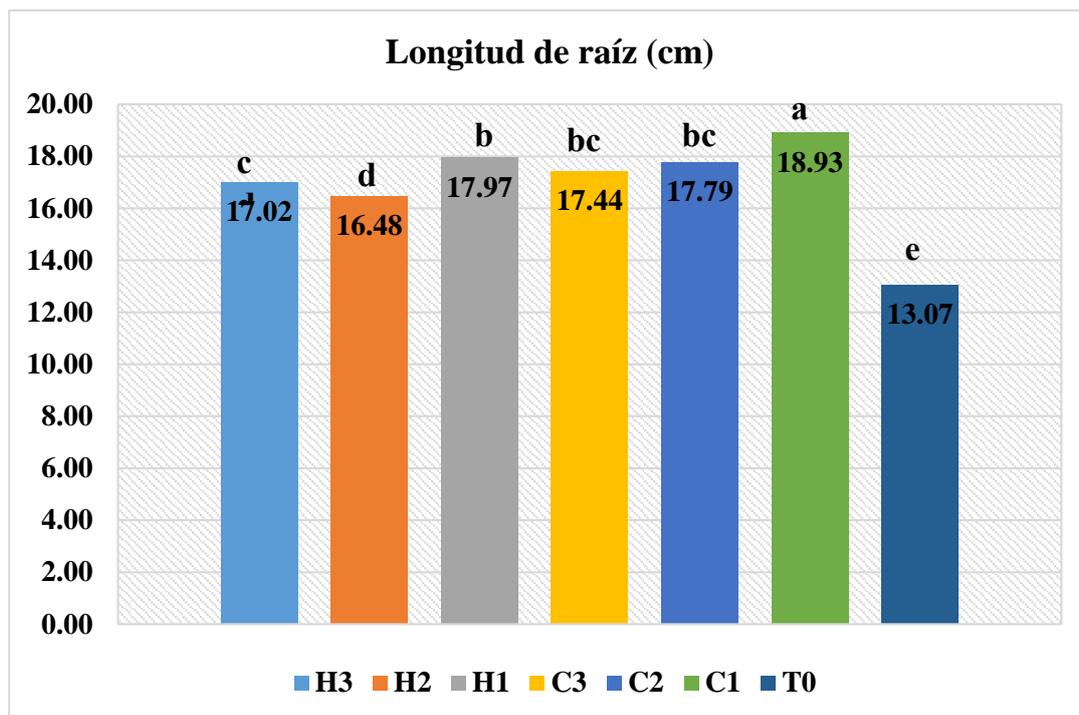


Figura 8. Longitud de raíz de los plantones de café variedad catimor.

En la figura 8, se muestra la comparación de medias según la prueba de Duncan, donde se observó que hubo diferencias significativas entre los promedios, encontrándose que el tratamiento que es significativamente diferente que los demás, es el tratamientos C1, con 18.63 cm y reporta la longitud promedio de la raíz más grande que todos los demás tratamientos. Estos resultados pueden atribuirse a una posible compactación del sustrato, Sequeira & Valle (2003), menciona que a mayores cantidades de humus el sustrato se compacta más, provocando un menor crecimiento radicular, además las condiciones edáficas ejercen un pronunciado efecto sobre la distribución del sistema radicular, al igual que los poros en el suelo son las rutas principales para el crecimiento de las raíces, una mala estructura del suelo inhibirá, el crecimiento radicular.

V. DISCUSIÓN

- ❖ Para la variable altura de planta hubo diferencias significativas entre los tratamientos, encontrándose que el H2, H3, C2 y C1, fueron superiores estadísticamente con respecto a los demás tratamientos, obteniendo medias de 21.46, 21.11, 21,01 y 20,94 cm respectivamente, estos resultados fueron similares a los presentados por (Alejo & Reyes, 2014), quienes realizaron la evaluación de sustratos y tipos de recipiente en el crecimiento de plántulas de café arábigo en Loja, Ecuador cuyos resultados indican que la mayor altura para el sustrato humus de lombriz en fundas de polietileno de 12.5 x 20 cm, fue de 20.32 cm; así mismo (Sotelo & Téllez, 2007) en estudios similares determinaron el efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, compost y suelo, como sustrato en la producción de plántulas de café variedad caturra en Managua, Nicaragua cuyos resultados indican que hubo respuestas satisfactorias en el crecimiento de las plántulas de café, obteniendo alturas de 29.46, 26.13 y 30.71 cm cuando utilizaron 25, 50 y 75 % de compost respectivamente y en sustratos con humus de lombriz alcanzaron alturas promedios de 20.08, 19.40 y 29.04 cm respectivamente, además, son superiores a los resultados presentados por (Julca, Solano, & Crespo, 2000) quienes evaluaron el efecto de la utilización de distintos sustratos orgánicos sobre el crecimiento del café variedad caturra amarillo en almácigos en Chanchamayo, Junín donde registraron alturas promedio de 11.865 cm. También se puede afirmar que la disponibilidad y movilidad de los nutrientes en los sustratos para las plantas de café está determinada por la relación sustrato-suelo y el tiempo que estos emplean para ejercer su acción.
- ❖ Para la variable número de pares de hojas hubo diferencias significativas entre los tratamientos, encontrándose que los tratamientos H2, C2 y C1, fueron superiores estadísticamente con respecto a los demás tratamientos, obteniendo 5.9, 5.8 y 5.76 pares de hojas respectivamente, resultados que son similares a los obtenidos por (Duicela *et al.*, 2003) quienes registraron 12 hojas por planta con la aplicación de 25 % de compost, así mismo (Blandón, 2008) obtuvo 4.6 pares de hojas con la aplicación de 30 % de humus de lombriz. (Sotelo & Téllez, 2007) en su investigación obtuvieron promedios 15, 13 y 12 hojas por planta cuando, utilizaron sustratos que contenían un 75 y 50 % de humus de lombriz y 75 % de compost respectivamente,

además se puede atribuir que estos tratamientos proporcionaron las cantidades necesarias de nitrógeno para el crecimiento de las plántulas de café, principalmente para la producción de follaje, esto debido a que un par de hojas se origina cada 25 o 30 días y en un año se forman alrededor de 12 a 14 pares de ramas primarias pero está en relación de un buen suministro de energía solar, agua y la disponibilidad de nutrientes para el desarrollo de las plantas.

- ❖ En cuanto a la variable diámetro de tallo de los plantones de café no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos pero si en comparación al testigo, sin embargo el tratamiento H2, fue superior numéricamente con respecto a los demás tratamientos con 3.51 mm, estos resultados son inferiores a los obtenidos por (Sotelo & Téllez, 2007), quienes en estudios similares obtuvieron 0,44, 0,4 y 0,43 cm para los tratamientos con 25, 50 y 75 % de compost respectivamente y 0,43 cm para el tratamiento con 75 % humus de lombriz. Según (Marín, 2003) el diámetro del tallo muestra el grado de desarrollo y nutrición que la planta puede tener, es de gran ventaja cuando las plantas presentan un buen grosor, porque las plantas pueden tener una mejor adaptabilidad después del trasplante y un mayor soporte del área foliar y por ende se garantiza una mayor capacidad productiva.

- ❖ En la variable longitud de raíz hubo diferencias significativas entre los tratamientos, donde el tratamiento C1, fue superior estadísticamente con respecto a los demás tratamientos, obteniendo 18.92 cm, resultado que es similar a los obtenidos por (Alejo & Reyes, 2014), quienes en investigaciones similares registraron longitudes de raíz de 19.93, 19.15 y 18.74 cm, además, coinciden con los resultados obtenidos por (Sotelo & Téllez, 2007), quienes obtuvieron longitudes de raíces de 20,12 cm para los tratamientos con 25 % de compost. Así mismo (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, también afirma que a mayores cantidades de humus de lombriz el sustrato se compactaba demasiado lo que provoca un menor crecimiento del sistema radicular.

VI. CONCLUSIONES

- ❖ Según los datos presentados y analizados en este estudio, se concluye que los tratamientos en los que se utilizó compost y humus de lombriz en diferentes proporciones manifestaron el mejor comportamiento en el crecimiento y desarrollo de los plantones de café.
- ❖ Se determinó que la incorporación del 50% de compost y/o humus de lombriz al suelo dio mejores resultados en cuanto a las variables altura de planta, número de pares de hojas y diámetro de tallo, estos resultados demuestran que los abonos orgánicos en especial el humus de lombriz además de ser una buena fuente aportadora de nutrientes puede proporcionarlos oportunamente según la demanda de la planta.
- ❖ El desarrollo de la raíz presentó mejores resultados cuando se utilizó sustratos orgánicos y más aún cuando se mezcló con un 25% de compost, facilitando un mayor crecimiento radicular y mejorando la porosidad del suelo, debido que las condiciones edáficas producidas por la incorporación del compost ejercieron un pronunciado efecto sobre la distribución del sistema radicular.
- ❖ El uso de sustratos con compost y humus de lombriz permite obtener un alto porcentaje de plantones aptos para ser establecidos de forma definitiva en los campos de producción.

VII. RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda la utilización del 25% a 50% de compost o humus de lombriz para la producción de plántones de café a nivel de vivero.
- ❖ Realizar trabajos de investigación de la influencia de fuentes orgánicas sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas de suelo.
- ❖ Realizar un seguimiento a los tratamientos estudiados en campo definitivo hasta su producción para determinar su adaptabilidad y rendimiento.
- ❖ Promover e incentivar el uso de las fuentes orgánicas, por sus múltiples beneficios y el cuidado del medioambiente.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alejo, A. J., & Reyes, L. R. (2014). Evaluación de sustratos y tipos de recipientes en el crecimiento de plántulas de café arábico, en condiciones de vivero. Tesis de grado: Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos naturales Renovables. Loja, Ecuador.
- Alvarado, M., & Rojas, G. (2007). El cultivo y beneficio del café. Costa Rica. Segunda reimpresión.
- Arcila, P., J.; Farfán, V., F.; Moreno, B., A. M.; Salazar, G., L. F.; & Hincapié, G., E. (2007). Sistemas de producción de café en Colombia. Cap. 2 Crecimiento y desarrollo de la planta de café. Cenicafé, Chinchina, Colombia. Blanecolor Ltda.
- Arcila, P., J.; Farfán, V., F.; Moreno, B., A. M.; Salazar, G., L. F.; & Hincapié, G., E. (2007). Sistemas de producción de café en Colombia. Cenicafé, Chinchiná, Colombia: Blanecolor Ltda.
- Arcila, P., J.; & Botero, J. (1985). Densidad máxima de semilla para los semilleros de café. Centro Nacional de Investigaciones de Café - Cenicafé. Chinchiná. Colombia.
- Arcila, P., J.; 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, Colombia.
- Arias, N. (2012). Taxonomía del café. Obtenido de <http://cafecooludec.blogspot.com/2012/10/taxonomia-del-cafe.html>
- Arista, D. (2011). Efecto de las labores de abonamiento y post-cosecha en el rendimiento del cultivo de café variedad catimor (*Coffea arabica L.*). Tesis de Pregrado: Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Amazonas, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias. Chachapoyas, Perú.
- Arizaleta, M., & Pire, R. (2008). Respuesta de plántulas de cafeto al tamaño de la bolsa y fertilización con nitrógeno y fósforo en vivero. Obtenido de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952008000100006
- Asociación Nacional del Café [ANACAFE]. (1998). Manual de caficultura. Guatemala.

- Ávila, E. W., Sadeghian, S., Sánchez, P. M., & Castro, H. E. (2010). Respuesta del café al fósforo y abonos orgánicos en la etapa de almacigos. Cenicafé - Colombia.
- Ávila, W. E., Sadeghian, S., Sánchez, P. M., & Castro, H. E. (2010). Respuesta del café al fósforo y abonos orgánicos en la etapa de almacigos. Colombia. Recuperado el 13 de 12 de 2016, de [http://www.cenicafe.org/es/publications/arc061\(04\)358-369.pdf](http://www.cenicafe.org/es/publications/arc061(04)358-369.pdf)
- Blandón, J. L. (2008). Producción de almacigos de café en tubetes en tres sustratos y tres tipos de fertilización. Zamorano, Honduras.
- Bustamante, G. C., & Nápoles, S. (2001). Influencia de fuentes y proporciones de abonos orgánicos con fertilizante y sin él en el crecimiento de posturas de *Coffea arabica L.* Café Cacao Cuba.
- Castañeda, E. (2000). El ABC del Café. Barcelona - España.
- Castellón, J. U., Muschler, R., & Jiménez, f. (2000). Abonos orgánicos: efecto de sombra y altitud en almáigigos de café. Agroforesteria en las Américas.
- Castro, A., Rivillas, C., Serna, C., & Mejía, C. (2007). Germinadores de café, construcción, manejo de *Rhizoctonia solani* y costo. CENICAFE, Colombia.
- Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo [DESCO]. (2012). Producción de cafés especiales. Lima, Perú. Roble Rojo Grupo de Negocios S.A.C.
- Centro Nacional de investigación del Café [CENICAFE]. (2011). Almacigos de café: calidad fitosanitaria, manejo y siembra en el campo. Obtenido de <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/350/1/avt0404.pdf>
- Centro Nacional de investigación del Café [CENICAFE]. (2007). Sistemas de Producción de café en Colombia. Chinchiná. Colombia. 1a ed. Editorial Blanecolor Ltda.
- Chilon, E., & Chilon, h. (2014). Compost altoandino e interacción con harina de rocas y su efecto en las plantas y la fertilidad de suelos. CienciAgro, Bolivia.
- CICAFE. (2011). Guía técnica para el cultivo del café. Obtenido de Instituto del Café de Costa Rica, Centro de investigaciones en Café: <http://www.icafe.go.cr/icafe/anuncios/documentos/GUIA%20TECNICA%20V10.pdf>

- Consejo Cafetalero Nacional [COFENAC]. (2011). Obtenido de Informe técnico 2010. http://www.cofenac.org/wp-content/uploads/2010/09/Informe_DT-2010_COFENAC.pdf
- Cuba, N. (2010). Manual para el cultivo de café en Yungas. La Paz, Bolivia
- Cubillo, M., & Gutiérrez, O. (2011). Evaluación de sustratos para la producción de plantulas de café. Tesis de Pregrado: Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria, Facultad de desarrollo rural. Manuaga, Nicaragua.
- 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. Consejo Cafetalero Nacional. Manta-Ecuador.
- Duicela, L. A., Corral, R., Chóez, F., Ramírez, J., & Palma, R. (2003). Influencia de las abonaduras orgánicas sobre el crecimiento vegetativo de las plántulas de café en el vivero. Proyecto desarrollo de tecnología para la producción de café arabico organico (IG-CT-034). Ecuador.
- Duran, F. (2010). Cultivo del Café. Colombia: Grupo Latino Editores S.A.S.
- FAPECAFES. (2009). Café orgánico, café arábigo con enfoque agroecológico. Loja - Ecuador. Primera edicion, PRODEL.
- Figuroa, R. (1996). Caficultura Ecologica. GTZ. Lima-Perú.
- Fischersworing, B., & Robkamp, R. (2001). Guía para la Caficultura Ecológica. 3 ed. Editorial López. Obtenido de <http://www.gtz.de/organic-agriculture>
- Gómez, O. (2010). Guia para la innovación para la caficultura de lo convencional a lo organico. San Salvador - El Salvador: Impresiones.
- González, D. (2001). Comparación entre la bolsa y el cono macetero o tubete en la producción de plantas de café. Tesis de pregrado: Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras.
- Guerrero, A. (1996). El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.

- Huxley, P. A. (1964). Some factors which can regulate germination and influence viability of coffee seeds. Proceedings International Seed Testing Association.
- INIA. (2011). manejo integrado de la broca del café. Obtenido de www.minag.gob.pe/portal/download/pdf/especiales/dia-cafe/manejocafe.pdf
- Instituto del café de Costa Rica [ICAFFE]. (2011). Guía Técnica para el Cultivo del Café. Costa Rica: 1a Ed. heredia.
- INTA-FAO. (2003). Manual del extensionista: Manejo Integrado de la fertilidad de suelos de Nicaragua. Nicaragua.
- Julca, A., Solano, W., & Crespo, R. (2000). Crecimiento de *Coffea arabica* variedad Caturra amarillo en almácigos con substratos orgánicos en Chanchamayo, selva central del Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Agronomía. Lima, Perú.
- León, J. (2000). Botánica de los cultivos tropicales. Costa Rica.
- Marín, M. J. (2003). Manual de café orgánico. Managua, Nicaragua.
- Martinez, A. (2005). Evaluación de diferentes sustratos, empleando la técnica de tubete para producir plántulas de café (*coffea arabica l.*) Var. Catuaí, en etapa de vivero, finca monte maria, san juan alotenango, sacatepequez. Guatemala.
- Matheus, J. (2007). Eficiencia agronómica relativa de tres abonos orgánicos (vermicompost, compost y gallinaza) en plantas de maíz. Agricultura Andina.
- Medina, M. S., & Quezada, M. C. (2004). Efecto del periodo de maduración del estiércol bovino sobre el comportamiento productivo de lombrices rojas en la zona de Camoapa. Camoapa, Nicaragua.
- Ministerio Agropecuario y Forestal [MAGFOR], (2005). Nuevas tecnologías de viveros en Nicaragua. Obtenido de Primera edición. Managua, Nicaragua.: <http://www.magfor.gob.ni/descargas/libros/NUEVAS%20TECNOLOGIAS%20DE%20VIVEROS.pdf>
- Morales, M. (1996). Conservación de suelos y agua. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Tragedia especial.

- Picón, R. C. (2013). Evaluación de sustratos alternativos para la producción de pilones del cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum mill.* En los municipios de Esquipulas y Chiquimula, Departamento de Chiquimula, Guatemala. 2011. Chiquimula, Guatemala.
- Reyes. (1990). Fundamentos botánicos, fisiológicos y ecológicos del cultivo del café. San Salvador, El Salvador.
- Romero, A. C., Jiménez, F., & Muschler, R. (2000). Crecimiento de almacigo de café con abono tipo bocashi y follaje verde de *Erithina poeppigiana*. *Agroforesteria en las americas* Vol 7 N° 26.
- Romero, A. C., Jiménez, F., & Muschler, R. G. (2008). Crecimiento de almácigo de café con abono tipo bocashi y abono verde de *Erythrina poeppigiana*. *Boletín de PROMECAFE. XIX Simposio Latinoamericano de Caficultura*. San Jose, Costa Rica.
- Salamanca, A., & Sadeghiakh, S. (2008). Almácigos de café con distintas proporciones de lombrinaza en suelos con diferente contenido de materia orgánica. *Cenicafé*. Chinchiná, Colombia. Recuperado el 18 de 12 de 2016, de [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)
- Salazar, J. N., & Montesino, J. T. (1994). Uso del estiércol de ganado como sustrato en almácigos de café. *Avances Técnicos Cenicafé*. Colombia.
- Sánchez, C. (1994). *Cultivo, producción y comercialización del café*. Lima Perú.
- SCAN, (2014). Una buena semilla para un buen café. Obtenido de selección, preparación y conservación de semillas y germinadores: <http://scanprogram.org/wp-content/uploads/2012/08/DIPTICO-3-n-.pdf>
- Sequeira, G. A., & Valle, A. J. (2003). Evaluación de diferentes porcentajes de lombrihumus y suelo, como sustrato en la producción de posturas de chiltoma (*Capsicum anumm L*) en bandejas para transplante. Managua, Nicaragua.
- Somarriba, R. R., & Guzman, G. G. (2004). Análisis de la influencia de la cachaza de azúcar y estiércol de bovino como sustrato de lombriz roja californiana para producción de humus. Trabajo de diploma, Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, Managua.

- Sotelo, M. G., & Téllez, J. A. (2007). Efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, compost y suelo, como sustrato en la producción de plántulas de café (*Coffea arabica* L) variedad caturra. Tesis de Grado: Ingeniero Agrónomo Universidad Nacional Agraria, Facultad de agronomía. Managua, Nicaragua. Recuperado el 09 de enero de 2017, de <http://repositorio.una.edu.ni/2020/1/tnf04s717.pdf>
- Tut, M. O. (2014). Evaluación de cinco sustratos para la producción en vivero de palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii rose*); Santa Catalina LA tinta, Alta Verapaz. San Juan Chamelco, Alta Verapaz, Guatemala.
- Unión Nicaraguense de Cafetaleros [UNICAFE]. (1996). Manual de caficultura de Nicaragua. Managua, Nicaragua.
- Ureña, J. (2009). Manual de buenas prácticas agrícolas en los cultivos de café en asocio con aguacate para los productores de la asociación de Llano Bonito. obtenido de: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00190.pdf>
- Ureña, J. (2009). Obtenido de Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en los cultivos de café en asocio con aguacate: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00190.pdf>
- Von, B. (2000). Comportamiento agronómico de dos variedades de acelga bajo dosis de abonamiento con humus de lombriz en Walpini. Revista Latinoamericana de Agricultura y Nutrición: Vol. 1, No. 5.

ANEXOS

ANEXO I. Tablas

Tabla 4. Evaluación inicial de altura de planta a los 40 días.

Altura de planta (cm)								
Repetición	N° planta	Tratamientos						
		T0	C1	C2	C3	H1	H2	H3
1	1	8	8	7.8	8	7.6	9.3	8.4
	2	7.5	9.3	9.3	7	8.1	7.3	7.7
	3	7.3	10.1	7.6	9.8	10.5	8.8	9.5
	4	7	10	8.8	8	9.3	7.6	8.7
	5	8.6	9.8	7.8	8.9	9.7	10.5	7
	6	9	9.4	9.3	9.7	8.7	7.9	8.1
	7	10.3	8.7	8.5	8.7	7.6	8.5	8.7
	8	9.8	7.9	8.7	8.8	8	7.8	8.7
	9	7	7.8	9.6	7.8	8.9	8.6	7.6
	10	7.1	8	10.5	9.3	9.7	9	8.3
2	1	7.7	8.5	9	8.6	7	9.6	8.7
	2	7.1	9.5	8.5	7.6	9.6	10.5	8.3
	3	6.8	8.7	8.7	8.8	10	10.3	10
	4	7.1	10	9.6	9.7	10.5	8.8	9.5
	5	7.6	9.6	10.5	9.3	9.3	7.6	8.7
	6	8.4	8.7	8.3	8.5	9.7	9.6	7
	7	8.5	9.5	10	8	8.5	9	8.6
	8	7	7.6	9	6.9	8	8.5	6.9
	9	10	9.1	7.6	9	7.5	8.9	8.9
	10	7	7.8	8	10	9	8.6	9.9
3	1	7.3	10	8.6	8.9	8.1	9.5	9
	2	7.6	8.5	8.7	9.6	10.5	8	8.5
	3	9.3	7.6	8.8	10.1	9.3	8.5	9.6
	4	10	9.8	8	8.9	9.7	8.7	7.9
	5	8.1	10.5	9.3	9.7	8.7	7.6	8.1
	6	7.3	8.8	9.8	10.5	9.1	8.5	8.6
	7	7.7	9.5	8.7	10	8.5	8.7	8.2
	8	7	9.6	9.7	7.8	7.6	9.6	9.8
	9	7	7.6	8.2	8	8.8	8.8	9.5
	10	6.9	7.8	8.4	9.3	8.8	7.6	8.7
Total	90	237	267.7	265.3	265.2	266.3	262.2	257.1
Promedio		7.9	8.92	8.84	8.84	8.74	9.57	8.57

Tabla 5. Primera evaluación de número de pares de hojas a los 40 días.

Número de pares de hojas								
Repetición	N° planta	Tratamientos						
		T0	C1	C2	C3	H1	H2	H3
1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1
	4	1	1	1	1	1	1	1
	5	1	1	1	1	1	1	1
	6	1	1	1	1	1	1	1
	7	1	1	1	1	1	1	1
	8	1	1	1	1	1	1	1
	9	1	1	1	1	1	1	1
	10	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1
	4	1	1	1	1	1	1	1
	5	1	1	1	1	1	1	1
	6	1	1	1	1	1	1	1
	7	1	1	1	1	1	1	1
	8	1	1	1	1	1	1	1
	9	1	1	1	1	1	1	1
	10	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1
	4	1	1	1	1	1	1	1
	5	1	1	1	1	1	1	1
	6	1	1	1	1	1	1	1
	7	1	1	1	1	1	1	1
	8	1	1	1	1	1	1	1
	9	1	1	1	1	1	1	1
	10	1	1	1	1	1	1	1
Total	90	30	30	30	30	30	30	30
Promedio		1	1	1	1	1	1	1

Tabla 6. Segunda evaluación de la variable altura de planta a los 75 días.

		Altura de planta (cm)						
Repetición	N° planta	Tratamientos						
		T0	C1	C2	C3	H1	H2	H3
1	1	10	12	12.8	12	12	13	12
	2	11	13.2	14.3	14.5	12.1	14.5	11.6
	3	10.5	14.5	12.5	14	13	12.8	11.5
	4	10	13	13	13.2	12	13	12
	5	10.6	13	13	13.5	12.4	12.5	12
	6	11.7	13.5	12	12.5	11.5	12.4	13
	7	12.6	12.5	12.5	12	12	12	13.5
	8	11.2	11.4	12.4	12.5	11.9	13	12.5
	9	10	7.8	13.5	12	13	12	13
	10	9	8	13.9	12	12	11.9	12
2	1	9	12.6	12	12.6	12	12	12.7
	2	8.9	14.1	12	12.6	13	14.5	12.3
	3	9.9	13.5	13	13.8	12.5	13.5	12
	4	10	12.5	14	12	13.8	12.6	13.5
	5	10.3	13.6	12.5	12	13.9	12.5	12.6
	6	12.1	15.5	12.7	12.3	12.4	12	12
	7	8.9	14.5	13.2	11.9	13	13	12
	8	9	14.9	12	12.9	13.9	14.3	14
	9	11	13	13.9	13	12	12	12
	10	10	14.5	12.1	13.5	12	12.8	13.2
3	1	10	12.5	12	12.5	11.5	14.2	12
	2	9	12	12	12	12	13	14
	3	9.7	13.2	13.5	11.9	12	12	12
	4	11	12.5	11.9	12.9	12.5	13.5	12.9
	5	11	13.2	13	13	13	12.8	13
	6	8	12.4	12.5	11	11.9	13	12.1
	7	9	12	12.5	12.7	12	14.1	12.5
	8	8.9	13.5	13	13.3	13.9	14	14
	9	8	13	14.7	13	11.5	13	13.8
	10	9	12	13.9	12.5	12	12.5	14.9
Total	90	299.3	383.9	386.3	379.6	372.7	388.4	380.6
Promedio		9.98	12.79	12.88	12.65	12.42	12.95	12.69

Tabla 7. Segunda evaluación de la variable número de pares de hojas a los 75 días.

		Número de pares de hojas						
Repetición	N° planta	Tratamientos						
		T0	C1	C2	C3	H1	H2	H3
1	1	2	2	2	2	2	2	2
	2	2	2	2	2	2	2	2
	3	2	2	2	2	2	2	2
	4	2	2	2	2	2	2	2
	5	2	2	2	2	2	2	2
	6	2	3	2	2	2	2	2
	7	2	2	2	2	2	2	2
	8	2	2	2	2	2	2	2
	9	2	2	2	2	3	2	2
	10	2	2	2	2	2	2	2
2	1	2	2	2	2	2	2	2
	2	2	2	2	2	2	3	2
	3	2	2	2	2	2	2	2
	4	2	2	2	2	2	3	2
	5	2	2	2	2	2	2	2
	6	2	3	2	2	2	2	2
	7	2	2	2	2	2	3	2
	8	2	2	2	2	2	2	2
	9	2	2	2	2	2	2	2
	10	2	2	2	2	2	2	2
3	1	2	2	2	2	2	2	2
	2	2	2	2	2	2	2	2
	3	3	2	2	2	2	2	2
	4	2	2	2	2	2	2	2
	5	2	2	2	2	2	2	2
	6	2	2	2	2	2	2	2
	7	3	2	2	2	2	3	2
	8	3	2	2	2	2	2	2
	9	2	2	2	2	2	2	2
	10	2	2	2	2	2	2	2
Total	90	63	62	60	60	61	64	60
Promedio	30	2	2.10	2	2	2.05	2.15	2

Tabla 8. Tercera evaluación de la variable altura de planta a los 110 días.

		Altura de planta (cm)						
Repetición	N° planta	Tratamientos						
		T0	C1	C2	C3	H1	H2	H3
1	1	11	16.3	15	14	13	16	14
	2	12.4	17	17.5	18	14.3	17	13.4
	3	11.5	18	15	17.2	19	15	15.5
	4	11.3	16	15.4	16.4	15	17	17
	5	11.4	16.6	16	16.5	16	17	16.8
	6	10.1	16.4	14.9	17	13.9	15.5	16.3
	7	12	14.3	16	16.5	14.2	16.3	17.3
	8	12.6	13.7	16.2	14	13.7	16.5	14
	9	11.7	17	17.3	15.5	16	15.4	15
	10	11	19	16.7	15	15.3	16.9	15.5
2	1	12	16	15	17	16.4	16	16.3
	2	8.9	22	16	16.1	18.5	18	17
	3	9	19.3	17	17.5	19	19	17.2
	4	11	21.5	17.5	16	15.2	15.9	18.1
	5	13.4	19.7	16	16	17.3	16.6	17.6
	6	12.9	22	15.3	16.3	15	14	15.3
	7	12.5	20.5	15	16	17	16.7	16
	8	10.6	21.9	16	15.9	18.6	18.3	18.3
	9	10	20	18	17	16	17	15.7
	10	11.5	20.5	16	18.9	14	19.6	16.1
3	1	11	16.5	16	16.7	13	18.1	15
	2	11	16	15	14	14	17.6	18.9
	3	13.2	17.5	16	14.5	16	14	14
	4	11.5	15.4	16.3	15	15.6	18	16
	5	12	17	16.7	16	16	16.7	15.8
	6	10.4	16	16	13.7	14	15	14.9
	7	12	16	15	16.4	15	17	15
	8	11.6	16.6	16	16.5	16	17	16.8
	9	11	16.4	17	17	13.9	15.5	16.3
	10	10.8	14.3	16	16.5	14.2	16.3	17.3
Total	90	341.3	529.4	481.8	483.1	465.1	498.9	482.4
Promedio		11.38	17.65	16.06	16.1	15.5	16.63	16.08

Tabla 9. Tercera evaluación de la variable número de pares de hojas a los 110 días.

Número de pares de hojas								
Repetición	N° planta	Tratamientos						
		T0	C1	C2	C3	H1	H2	H3
1	1	3	4	4	3	4	4	4
	2	3	4	4	4	4	3	4
	3	4	4	4	3	4	3	4
	4	3	4	4	3	4	4	3
	5	4	4	4	4	3	4	4
	6	3	4	4	4	3	4	3
	7	3	4	4	4	4	4	3
	8	3	4	3	4	3	4	3
	9	3	4	4	4	3	3	3
	10	4	4	3	3	4	4	4
2	1	4	4	3	4	3	4	4
	2	4	4	4	3	4	4	5
	3	3	4	3	4	3	3	4
	4	4	4	3	3	4	3	3
	5	4	4	4	4	3	3	4
	6	3	4	4	3	3	4	3
	7	3	3	4	3	3	4	4
	8	4	4	4	3	4	4	3
	9	3	4	3	4	4	4	4
	10	3	4	4	4	4	3	4
3	1	3	4	4	3	4	4	4
	2	4	4	4	3	4	4	4
	3	4	4	4	4	4	4	4
	4	4	4	4	4	4	4	4
	5	3	5	4	4	4	4	4
	6	3	4	4	4	4	4	4
	7	3	4	4	4	4	4	4
	8	3	4	4	4	5	4	4
	9	3	4	6	4	5	4	4
	10	3	4	4	4	3	3	4
Total	90	101	120	116	109	112	112	113
Promedio		3.37	4	3.87	3.63	3.73	3.73	3.77

Tabla 10. Evaluación final de la variable altura de planta a los 150 días.

Altura de planta (cm)								
Repetición	N° planta	TRATAMIENTOS						
		T0	C1	C2	C3	H1	H2	H3
1	1	15	21	19.4	19	20	21.9	20
	2	13.1	19.6	21	22	23.1	21.1	19
	3	12.5	21	23.2	22.1	25	22.5	21.5
	4	12	22	20	21.5	21.5	21	23
	5	12.3	22.4	21	23.5	19	22	23
	6	14.5	22.5	20.3	24	22	24.6	19.2
	7	15.7	22.8	19.4	21.5	19.4	21.7	21.4
	8	13.5	19.9	21.7	19	19.5	21.2	21.6
	9	12	20.1	20.5	20.4	20	22.7	19.7
	10	12.1	20.3	22.2	20	21.2	21.8	21.5
2	1	13	20.5	20.5	19	19.5	21.1	21
	2	9.8	21	22	19.1	18.5	23	19.5
	3	10	23	19.3	21.5	19	22.5	20
	4	12	22	21.5	21	17.9	23	21
	5	14.3	21.5	19.7	19.5	20.5	20	19.7
	6	13.1	19.3	22	19.5	18.5	21	20.1
	7	13.5	20	20.5	20	21	22.5	21.5
	8	11.8	22.3	21.9	19.5	23	19.8	21.4
	9	10.1	19.7	20	19	19.5	21	20.9
	10	12.5	20.1	20.5	20	20	22	19.6
3	1	12	20	21.5	18	17	20	22.5
	2	12	20.3	21	19	19	20	23
	3	14.3	20	23.1	19.5	20.9	21	22
	4	12.5	21	21.5	20.7	21.5	21.1	23
	5	13.1	21.5	21	21	21	21	23.4
	6	11.5	20.5	22	19	20	21	22
	7	11.9	21	21	22	19.5	20.5	20
	8	12.7	21.3	21.6	21.3	19.9	21	20
	9	12	20.3	21.5	21.5	20.5	21.3	21.5
	10	11.8	21.5	20.8	20.5	21.7	20.5	21.3
Total	90	376.6	628.4	631.6	613.6	609.1	643.8	633.3
Promedio		12.55	20.95	21.05	20.45	20.30	21.46	21.11

Tabla 11. Evaluación final de la variable número de pares de hojas a los 150 días

Número de pares de hojas								
Repetición	N° planta	Tratamientos						
		T0	C1	C2	C3	H1	H2	H3
1	1	5	6	6	5	6	6	6
	2	5	5	6	6	6	6	6
	3	6	6	6	5	6	6	6
	4	5	5	6	5	6	6	5
	5	6	6	6	6	5	6	6
	6	6	6	6	6	5	6	5
	7	5	6	6	6	6	6	5
	8	5	6	5	6	5	6	5
	9	5	6	5	6	5	6	6
	10	6	6	6	5	6	6	5
2	1	6	6	5	6	5	6	6
	2	6	5	6	5	6	6	6
	3	5	5	5	6	5	6	6
	4	6	5	5	5	6	6	6
	5	6	6	6	5	5	6	6
	6	5	6	6	6	5	6	5
	7	4	6	6	5	5	5	6
	8	6	6	6	5	6	6	5
	9	5	6	5	6	6	6	6
	10	5	5	6	6	6	6	6
3	1	5	6	6	5	6	6	5
	2	6	6	6	5	6	6	5
	3	6	6	6	5	6	5	5
	4	6	6	6	5	6	6	6
	5	5	6	6	5	6	5	6
	6	5	5	6	5	6	6	5
	7	5	6	6	5	6	6	5
	8	5	6	6	5	5	6	5
	9	5	6	6	5	5	6	5
	10	5	6	6	6	5	6	5
Total	90	161	167	168	157	162	171	159
Promedio		5.37	5.77	5.8	5.4	5.6	5.9	5.5

Tabla 12. Evaluación final de la variable diámetro del tallo a los 150 días.

Diámetro de tallo (mm)								
Repetición	N° planta	Tratamientos						
		T0	C1	C2	C3	H1	H2	H3
1	1	2.43	3.45	4.13	3.45	4.12	3.45	4.56
	2	3.21	3.21	3.56	4.78	4.35	3.65	4.06
	3	3.01	3.33	3.76	3.54	4.03	3.78	4.23
	4	3.25	3.56	3.13	3.21	3.76	4.19	4.39
	5	3.45	3.5	3.11	3.25	3.46	3.81	3.78
	6	2.56	3.32	2.45	3.65	3.65	3.09	3.56
	7	2.26	3.12	2.38	3.71	3.61	3.03	3.55
	8	3.21	3.11	2.98	2.65	2.73	3.57	3.11
	9	1.96	3.89	3.4	2.34	3.98	3.12	4.05
	10	2.51	4.1	3.76	3.01	3.26	2.49	3.39
2	1	2.1	3.48	2.48	3.43	3.31	3.46	2.45
	2	2.56	3.12	3.45	3.6	4.13	3.54	2.34
	3	3.12	2.38	4.06	3.78	4.32	3.86	3.76
	4	2.78	3.71	4.23	3.43	3.1	3.56	3.41
	5	3.09	3.61	3.32	3.27	3.54	3.75	3.75
	6	2.45	3.03	3.75	3.39	3.18	3.45	3.57
	7	2.89	4.01	3.64	3.31	3.43	3.25	3.86
	8	2.76	3.12	3.58	2.46	2.25	4.23	4.12
	9	3.41	3.47	2.56	2.36	3.26	3.15	3.52
	10	2.68	2.34	2.65	3.86	3.27	3.12	3.27
3	1	2.34	3.41	3.48	2.98	3.33	4.65	2.57
	2	2.32	3.68	3.98	3.12	4.13	3.56	3.16
	3	2.45	3.47	3.12	3.56	3.98	3.13	4.12
	4	2.36	3.54	3.56	3.75	3.75	3.21	2.52
	5	2.39	3.55	3.67	3.54	3.75	3.76	4.16
	6	3.14	2.07	3.78	3.43	3.25	3.19	3.67
	7	3.12	3.43	3.55	3.25	3.11	3.57	3.14
	8	3.45	3.01	4.32	3.21	2.76	3.23	3.33
	9	2.75	3.76	3.42	4.68	2.24	3.76	3.13
	10	2.19	3.93	3.12	3.41	3.28	3.82	2.56
Total	90	82.2	100.71	102.38	101.41	104.32	105.43	105.09
Promedio		2.74	3.36	3.41	3.38	3.47	3.51	3.50

Tabla 13. Evaluación final de la variable longitud de raíz a los 150 días.

Longitud de raíz (cm)								
Repetición	N° planta	Tratamientos						
		T0	C1	C2	C3	H1	H2	H3
1	1	12.5	17.2	16.8	17.5	23.1	15.4	16.7
	2	12.4	16.4	17.3	16.5	19.4	16	16.3
	3	12	19.3	19	17.3	16.5	16.4	15.6
	4	13.8	19.4	21.4	16.9	16.7	15.7	19.4
	5	13.9	16	20	15.9	16.9	15.9	16.4
	6	13	17.8	17.9	16.4	15	19.7	16.9
	7	13.3	19.3	16.5	19.1	19.4	17	17.7
	8	13.1	18.9	15.3	14	19.1	14	15.4
	9	13.2	19.7	18.7	15.4	19.9	16.5	14.3
	10	13.6	16.7	16.5	16.8	17.8	17.8	15.9
2	1	13.6	21.4	16.5	19.3	15.6	15.5	14.7
	2	13.8	20.1	17.2	19	17.8	16.1	16.9
	3	12.4	17.3	19.6	16.8	18.9	15.4	19.7
	4	12.6	16.7	17	17.9	19.5	16.1	21.3
	5	13.4	19.9	16.2	16.8	17.3	16	20
	6	12.8	16.5	17.8	16.5	17.7	16.8	17.5
	7	12.5	14.1	17.4	17.8	16.8	17.9	16.8
	8	12.8	17.9	16.5	21.7	16.9	16.5	19.4
	9	11.9	23.6	21.1	18.5	17.8	15.9	19.7
	10	12.1	20.1	20.3	16.9	15.9	17.4	17.3
3	1	12.7	23.2	15.6	16.2	17.9	16.6	15.4
	2	13.2	21.3	19.9	17	16.8	15.5	16.3
	3	13.6	19.8	15.8	17.9	17.1	15	15.9
	4	13	18.4	19.3	15.3	16.7	15.8	19.5
	5	12.5	19.5	18.4	16.8	19.2	17.4	14.3
	6	12.8	18	15.6	17.3	21.7	18.5	15.3
	7	14.7	17	17.9	19.4	20	17.6	16.6
	8	15.3	16.8	17.3	17.7	19.4	17.7	17.5
	9	14.2	21.9	15.8	17.6	15.7	15.8	16.9
	10	11.5	23.6	19.1	21.1	16.5	16.5	15.1
Total	90	392.2	567.8	533.7	523.3	539	494.4	510.7
Promedio		13.07	18.93	17.79	17.44	17.97	16.48	17.02

ANEXO II. Análisis de datos

Tabla 14. Análisis de varianza múltiple para las cuatro variables estudiadas altura de planta, diámetro de tallo, longitud de raíz y número de pares de hojas.

Cuadro de análisis de varianza múltiple							
Fuente	Variable dependiente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación	
Tratamiento	MEDIDA DE LA ALTURA DE PLANTA (Cm)	1,814.331	6	302.388	80.8968283	0.000	*
	MEDIDA DE DIÁMETRO DE TALLO (mm)	13.290	6	2.215	7.37748842	0.001	*
	MEDIDA DE LA LONGITUD DE RAÍZ (cm)	634.326	6	105.721	23.1260043	0.000	*
	NUMERO DE PARES DE HOJAS	7.790	6	1.298	3.68468468	0.021	*
Error experimental	MEDIDA DE LA ALTURA DE PLANTA (Cm)	52.331	14	3.738	2.518	0.003	*
	MEDIDA DE DIÁMETRO DE TALLO (mm)	4.203	14	0.300	1.171	0.300	Ns
	MEDIDA DE LA LONGITUD DE RAÍZ (cm)	64.001	14	4.572	1.685	0.061	Ns
	NUMERO DE PARES DE HOJAS	4.933	14	0.352	1.716	0.055	Ns
Error de sub muestra	MEDIDA DE LA ALTURA DE PLANTA (Cm)	280.516	189	1.484			
	MEDIDA DE DIÁMETRO DE TALLO (mm)	48.441	189	0.256			
	MEDIDA DE LA LONGITUD DE RAÍZ (cm)	512.725	189	2.713			
	NUMERO DE PARES DE HOJAS	38.800	189	0.205			
Total corregida	MEDIDA DE LA ALTURA DE PLANTA (Cm)	2,147.178	209				
	MEDIDA DE DIÁMETRO DE TALLO (mm)	65.935	209				
	MEDIDA DE LA LONGITUD DE RAÍZ (cm)	1,211.053	209				
	NUMERO DE PARES DE HOJAS	51.524	209				

Pruebas de Múltiple Rangos para la altura de planta de café, en condiciones de vivero, Nuevo Amazonas, 2016

Tabla 15. Prueba Duncan para la variable la altura de planta

	N	Media*		Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
T0 = TESTIGO	30	12.55	d	1.36	0.25	12.05	13.06	9.80	15.70
H3= 75% H. y 25% T.A.	30	21.11	ab	1.07	0.19	21.06	21.86	19.00	23.40
H2= 50% C. y 50% T.A.	30	21.46	a	1.27	0.23	20.63	21.59	19.80	24.60
H1= 25% H. y 75% T.A.	30	20.30	c	1.65	0.30	19.69	20.92	17.00	25.00
C3= 75% C. y 25% T.A.	30	20.45	bc	1.44	0.26	19.92	20.99	18.00	24.00
C2= 50% H. y 50% T.A.	30	21.05	ab	1.01	0.18	20.68	21.43	19.30	23.20
C1= 25% C. y 75% T.A.	30	20.95	abc	1.02	0.19	20.57	21.33	19.30	23.00
Total	210	19.70		3.21	0.22	19.26	20.13	9.80	25.00

Tabla 16. Prueba Duncan para la variable número de pares de hojas

	N	Media*		Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
T0 = TESTIGO	30.00	5.37	c	0.56	0.10	5.16	5.57	4.00	6.00
H3= 75% H. y 25% T.A.	30.00	5.50	c	0.51	0.09	5.31	5.69	5.00	6.00
H2= 50% C. y 50% T.A.	30.00	5.90	A	0.31	0.06	5.79	6.01	5.00	6.00
H1= 25% H. y 75% T.A.	30.00	5.60	bc	0.50	0.09	5.41	5.79	5.00	6.00
C3= 75% C. y 25% T.A.	30.00	5.40	c	0.50	0.09	5.21	5.59	5.00	6.00
C2= 50% H. y 50% T.A.	30.00	5.80	ab	0.41	0.07	5.65	5.95	5.00	6.00
C1= 25% C. y 75% T.A.	30.00	5.77	ab	0.43	0.08	5.61	5.93	5.00	6.00
Total	210.00	5.62		0.50	0.03	5.55	5.69	4.00	6.00

*Letras iguales indica diferencias no significativas. Prueba Duncan al 5% de significación

Tabla 17. Prueba Duncan para la variable diámetro de tallo

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo	
					Límite inferior	Límite superior			
T0 = TESTIGO	30.00	2.74	B	0.43	0.08	2.58	2.90	1.96	3.45
C1= 25% C. y 75% T.A.	30.00	3.36	A	0.47	0.09	3.18	3.53	2.07	4.10
C2= 50% C. y 50% T.A.	30.00	3.41	A	0.53	0.10	3.21	3.61	2.38	4.32
C3= 75% C. y 25% T.A.	30.00	3.38	A	0.54	0.10	3.18	3.58	2.34	4.78
H1= 25% H. y 75% T.A.	30.00	3.48	A	0.54	0.10	3.27	3.68	2.24	4.35
H2= 50% H. y 50% T.A.	30.00	3.51	A	0.43	0.08	3.36	3.67	2.49	4.65
H3= 75% H. y 25% T.A.	30.00	3.50	A	0.60	0.11	3.28	3.73	2.34	4.56
Total	210.00	3.34		0.56	0.04	3.26	3.42	1.96	4.78

*Letras iguales indica diferencias no significativas. Prueba Duncan al 5% de significación

Tabla 18. Prueba Duncan para la variable longitud de raíz

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo	
					Límite inferior	Límite superior			
T0 = TESTIGO	30.00	13.07	e	0.83	0.15	12.76	13.38	11.50	15.30
C1= 25% C. y 75% T.A.	30.00	18.93	a	2.36	0.43	18.05	19.81	13.90	23.60
C2= 50% C. y 50% T.A.	30.00	17.79	bc	1.71	0.31	17.15	18.43	15.30	21.40
C3= 75% C. y 25% T.A.	30.00	17.44	bc	1.61	0.29	16.84	18.05	14.00	21.70
H1= 25% H. y 75% T.A.	30.00	17.97	b	1.84	0.34	17.28	18.65	15.00	23.10
H2= 50% H. y 50% T.A.	30.00	16.48	d	1.15	0.21	16.05	16.91	14.00	19.70
H3= 75% H. y 25% T.A.	30.00	17.02	cd	1.84	0.34	16.34	17.71	14.30	21.30
Total	210.00	16.96		2.41	0.17	16.63	17.29	11.50	23.60

*Letras iguales indica diferencias no significativas. Prueba Duncan al 5% de significación

ANEXO III. Vistas Fotográficas



Fotografía 4. Finca orgánica de café variedad catimor.



Fotografía 5. Selección y recolección de la semilla de café variedad catimor.



Fotografía 6. Germinador de café en estado de fosforito



Fotografía 7. Germinador de café listo para ser trasplantas a las bolsas



Fotografía 8. Preparación del área de experimental.



Fotografía 9. Preparación de los sustratos.



Fotografía 10. Ubicación y distribución de las unidades experimentales



Fotografía 11. Selección de las chapolas



Fotografía 12. Repicado de las plántulas de café a las bolsas



Fotografía 13. Evaluación de las variables estudiadas



Fotografía 14. Evaluación de las variables estudiadas



Fotografía 15. Vista del área experimental



Fotografía 16. Testigo (100 % tierra agrícola)



Fotografía 17. Tratamiento H2 (50 % humus + 50 % tierra agrícola)



Fotografía 18. Tratamiento C1 (25 % compost + 75 % tierra agrícola)



Fotografía 19. Tratamiento C2 (50 % compost + 50 % tierra agrícola)