

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**EFFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS EN EL CRECIMIENTO**

**DE PLANTONES DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) BAJO**

**CONDICIONES DE VIVERO**

**Para optar el título profesional de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Elaborado por:**

**DAY DARLING BERROCAL ÑAHUI**

**Tingo María – Perú**

**2016**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María  
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Av. Universitaria Km 1.5 Telf. (062) 562341 (062) 561136 Fax. (062) 561156 E.mail: [fagro@unas.edu.pe](mailto:fagro@unas.edu.pe).

"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 010-2016-FA-UNAS

BACHILLER : **BERROCAL ÑAHUI, Day Darling**

TÍTULO : "EFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS EN EL CRECIMIENTO DE PLANTONES DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) BAJO CONDICIONES DE VIVERO"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO  
VOCAL : Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS  
VOCAL : Blgo. M.Sc. MIGUEL ANGEL HUAUYA ROJAS

ASESOR : Ing. JAIME JOSSEPH CHÁVEZ MATÍAS

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 07 DE OCTUBRE DE 2016

HORA DE SUSTENTACIÓN : 10:00 A.M.

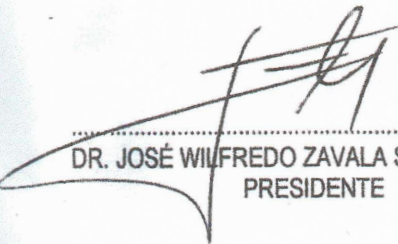
LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA DE AUDIOVISUALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

CALIFICATIVO : BUENO

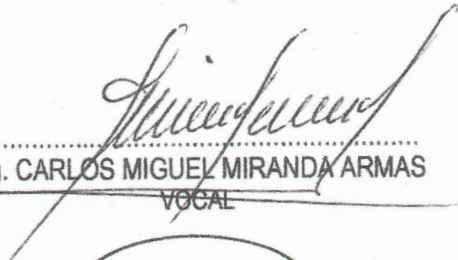
RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 07 DE OCTUBRE DE 2016

  
DR. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO  
PRESIDENTE



  
Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS  
VOCAL

  
Blgo. M.Sc. MIGUEL ANGEL HUAUYA ROJAS  
VOCAL

  
Ing. JAIME JOSSEPH CHÁVEZ MATÍAS  
ASESOR

## DEDICATORIA

A Dios por ser la fuente de sabiduría y  
bondad infinita.

A mis padres Ramón Berrocal y  
Georgina Ñahui, por su inmenso amor,  
dedicación y entrega brindado durante  
todo este tiempo para ser cada día  
mejor.

A mis hermanos Ronald, Romel y Karen,  
por su confianza y el gran afecto que  
nos une siendo la fuerza de mi vida.

A mi esposa Ana y a mi hija Emilia,  
porque sin ellos, no podría haber  
cumplido este sueño que es un logro  
para todos.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, “Alma mater” en mi formación profesional, que en sus aulas llevé a cabo la culminación de mi carrera profesional.
- A los docentes de la Facultad de Agronomía, que se esforzaron por entregarme sus conocimientos y experiencias.
- Al Ing. Jaime Joseph Chávez Matías, quien me ofreció su invaluable asesoramiento en la presente investigación. Por su paciencia, empeño y confianza.
- A los miembros del Jurado: Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano, Blgo., M. Sc. Miguel Huauya Rojas y al Ing. Carlos Miranda Armas, quienes con sus acertadas sugerencias mejoraron la presentación del presente trabajo.
- Al Ing. Neyl Paul Escalante Vilela., por su valioso apoyo en el presente trabajo de investigación.
- Al Ing. Frits Palomino Vera, por su valioso apoyo y asesoramiento en el presente trabajo de investigación.
- A mis compañeros de estudios Edwin Jambo Cristóbal y Carla Palomino Vera, por su valioso apoyo en el trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	12
2.1. Abonos orgánicos .....	12
2.1.1. Ventajas de los abonos orgánicos .....	13
2.1.2. Propiedades de los abonos orgánicos .....	13
2.1.3. Importancia de la relación carbono - nitrógeno (C/N).....	14
2.1.4. Mineralización de la materia orgánica.....	16
2.1.5. Tipos de abonos orgánicos .....	17
2.2. Cultivo del café.....	23
2.2.1. Origen y distribución geográfica.....	23
2.2.2. Taxonomía.....	24
2.2.3. Variedad Caturra Roja .....	24
2.2.4. Requerimiento del suelo .....	25
2.2.5. Producción de plántones de café en vivero .....	25
2.3. Investigaciones relacionadas con este trabajo de investigación .	28
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	30
3.1. Del campo experimental.....	30
3.1.1. Ubicación.....	30
3.1.2. Condiciones climáticas de la zona experimental.....	31

3.1.3.	Análisis del suelo agrícola utilizado .....	31
3.1.4.	Análisis químico de los abonos orgánicos .....	33
3.2.	Diseño estadístico .....	33
3.2.1.	Componentes en estudio .....	33
3.2.2.	Tratamientos en estudio .....	34
3.2.3.	Diseño experimental .....	35
3.2.4.	Análisis estadístico .....	35
3.2.5.	Características del campo experimental .....	36
3.3.	Ejecución del experimento .....	36
3.3.1.	Obtención del suelo agrícola y abonos orgánicos .....	36
3.3.2.	Construcción del germinador y germinación de las semillas .....	37
3.3.3.	Instalación de sombra del germinador .....	37
3.3.4.	Manejo del germinador .....	37
3.3.5.	Preparación de sustrato .....	38
3.3.6.	Llenado de las bolsas .....	38
3.3.7.	Alineamiento de bolsas .....	38
3.3.8.	Repique de las bolsas .....	39
3.3.9.	Manejo del vivero .....	39
3.4.	Variables evaluadas y metodología .....	40
3.4.1.	Altura de planta .....	40
3.4.2.	Diámetro de tallo .....	40

3.4.3.	Número de hojas .....	40
3.4.4.	Longitud radicular .....	40
3.4.5.	Volumen radicular.....	41
3.4.6.	Área foliar .....	41
3.4.7.	Materia seca.....	41
3.4.8.	Análisis de la relación beneficio/costo.....	42
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	43
4.1.	Altura de la planta .....	43
4.2.	Diámetro de tallo .....	47
4.3.	Número de hojas.....	50
4.4.	Longitud radicular.....	53
4.5.	Volumen radicular .....	55
4.6.	Área foliar.....	58
4.7.	Materia seca.....	61
4.8.	Análisis de rentabilidad o relación beneficio/costo.....	64
V.	CONCLUSIONES.....	66
VI.	RECOMENDACIONES.....	67
VII.	RESUMEN .....	68
VIII.	BIBLIOGRAFÍA .....	70
IX.	ANEXO.....	78

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Aporte de materia orgánica a los suelos agrícolas con respecto a su relación C/N.....	16
2. Contenido promedio de N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> y K <sub>2</sub> O en el estiércol fresco de cerdo, pollo y vacuno. ....	21
3. Composición de la gallinaza. ....	23
4. Condiciones meteorológicas del periodo febrero - octubre del año 2013 durante la ejecución del experimento.....	31
5. Análisis físico – químico del suelo experimental (suelo agrícola).....	32
6. Análisis químico de los abonos orgánicos utilizados en el trabajo de investigación.....	33
7. Descripción de los tratamientos en estudio.....	34
8. Esquema del análisis de varianza. ....	35
9. Análisis de varianza para la variable altura de plántones de café evaluado a los 60, 90 y 120 días después del trasplante (ddt). ....	43
10. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable altura de plántones de café evaluado a los 60, 90 y 120 días después del trasplante (ddt)....	44
11. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo en plántones evaluado a los 60, 90 y 120 días después del trasplante (ddt). ....	47

12. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable diámetro de tallo en plantones de café evaluado a los 60, 90 y 120 días después del trasplante (ddt). .....	48
13. Análisis de varianza para la variable número de hojas en plantones evaluado a los 60, 90 y 120 días después del trasplante.....	50
14. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable número de hojas por planta de café evaluado a los 60, 90 y 120 días después del trasplante (ddt).....	51
15. Análisis de varianza para la variable longitud radicular por planta. ....	53
16. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable longitud radicular por planta de café. ....	54
17. Análisis de varianza para la variable volumen radicular por planta. ....	56
18. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable volumen radicular por planta de café. ....	56
19. Análisis de varianza para la variable área foliar del planta.....	58
20. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable área foliar por planta. ...	59
21. Análisis de varianza para la variable materia seca de la planta. ....	61
22. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable materia seca de la planta de café. ....	62
23. Análisis de beneficio y costo (B/C) de los tratamientos en estudio. ....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Proceso de mineralización-inmovilización. ....	17
2. Localización del área experimental. ....	30
3. Efecto de los abonos orgánicos sobre la variable longitud radicular por planta de café. ....	55
4. Efecto de los abonos orgánicos sobre la variable volumen radicular por planta de café. ....	57
5. Efecto de los abonos orgánicos sobre la variable área foliar por planta de café. ....	60
6. Efecto de los abonos orgánicos sobre la variable materia seca de la planta de café. ....	63

## I. INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea arabica* L.) es uno de los cultivos de importancia económica para el Perú, siendo el primer producto de agro exportación (95% de la producción nacional), el Perú cuenta con 425,000 hectáreas para producción de café que genera grandes divisas para nuestro país y aporta el 7 % del PBI nacional y el 25 % del agrícola, generando ingresos a más de 222,000 pequeños y medianos productores que se dedican a dicho cultivo (MINAGRI, 2015).

El daño acelerado del ambiente por el uso indiscriminado de agroquímicos, conlleva a buscar nuevas alternativas de producción. Un manejo ecológico del suelo propone el mantenimiento de la vida sobre éste como una condición fundamental para garantizar la fertilidad, la cual se encargaría de la nutrición de los cultivos mejorando así su rendimiento (SAMANIEGO, 2006).

Debido a la poca información sobre las mejores fuentes de abonos orgánicos y a la cantidad necesaria para satisfacer la nutrición del cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en la etapa de vivero, la presente investigación está destinada a dar alternativas para alcanzar un mejor rendimiento. Considerando que, el suelo es la base fundamental de la producción agrícola y al cual se debe dar un buen manejo para mejorar su fertilidad, se propone el uso de cuatro fuentes de abonos orgánicos, como el bocashi, gallinaza, estiércol de vacuno y humus de lombriz. Estos abonos son ricos en nutrientes, mejoran la retención del agua y circulación de aire, además suministran vitaminas, aminoácidos, ácido orgánico, enzimas y sustancias antioxidantes directamente a las plantas, por tal razón se pretende obtener los mejores resultados y consiguientemente recomendar cual

es la mejor dosis para obtener buenos resultados económicos en la obtención de plántones de café.

Como se sabe, que para lograr mejores rendimientos depende en principio de la calidad de las plantas producidas en el almácigo y aplicación adecuada de otras actividades. La mayoría de los caficultores en nuestro país, utiliza como fuente de sustrato la tierra o mantillo, obteniendo plántones de poco vigor vegetativo, debido principalmente a la baja concentración de nutrientes en estos suelos. En tal sentido, el trabajo de investigación tiene los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

1. Evaluar cuatro abonos orgánicos en diferentes dosis de aplicación en el crecimiento de plántones de café (*Coffea arabica* L.) variedad Caturra Roja bajo condiciones de vivero en Tingo María.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar el mejor abono orgánico y la proporción adecuada para la obtención de plántones de café.
2. Realizar el análisis beneficio y costo (B/C) de los tratamientos en estudio.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Abonos orgánicos

Se entiende como abono orgánico todo material de origen orgánico utilizado para la fertilización de cultivos o como mejorador de suelos. Los abonos orgánicos pueden categorizarse por la fuente principal de nutrimentos, que puede ser un organismo que se inocula sobre un acarreador orgánico, tal es el caso de los biofertilizantes, donde el aporte de nutrientes es el resultado directo de la actividad de la bacteria o el hongo, ejemplos típicos de estos son: Rhizobium, micorrizas, Azotobacter, etc. (MELÉNDEZ, 2003). El cultivo orgánico del café requiere de una conservación o incremento de materia orgánica, lo cual soluciona algunos de los problemas de fertilidad, retención adecuada del agua de la lluvia y una buena circulación del aire en el suelo. Hay varios abonos que son permitidos en agricultura orgánica, de los que se debe tener la información posible y su composición química (BENZING, 2001; CUEVA, 2012).

El contenido de los nutrientes de los abonos orgánicos es muy variable, dependiendo en gran medida de su fuente y de su contenido de humedad. La mayor parte de N de los abonos se presenta en forma de compuestos orgánicos. La mayoría de los nutrientes vegetales incluyendo el potasio, magnesio y el fósforo, están presentes en forma inorgánica. Los abonos orgánicos facilitan la diversidad de microorganismos y generan un suelo en equilibrio; favoreciendo una nutrición adecuada de las plantas, las cuales son menos susceptibles a las plagas y a enfermedades y así, se elimina la utilización de plaguicidas sintéticos. Asimismo, se obtiene una reducción en los costos de producción y se evita la

eliminación de los organismos y animales benéficos para el desarrollo de las plantas, la contaminación del ambiente y se evita un gran riesgo para la salud del hombre (CIAO, 1999).

### **2.1.1. Ventajas de los abonos orgánicos**

Son sencillos de preparar, se utilizan materiales baratos, fáciles de conseguir y generalmente disponibles en las fincas, proporcionan materia orgánica en forma constante, mejoran la fertilidad de los suelos, los suelos conservan su humedad y mejoran la penetración de los nutrientes, aumentan la macrofauna y la mesofauna del suelo, son benéficos para la salud de los seres humanos y de los animales, pues no son tóxicos, protegen el ambiente, la fauna, la flora y la biodiversidad, favorecen el establecimiento y la reproducción de microorganismos benéficos en los terrenos de siembra, pueden significar una fuente adicional de ingresos. Son un instrumento fundamental en la reconversión de suelos de agricultura convencional a agricultura orgánica (MAG, 2001).

### **2.1.2. Propiedades de los abonos orgánicos**

De acuerdo a Promeritor (2009), citado por CASTILLO *et al.* (2014), los abonos orgánicos o fuentes de materia orgánica actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades:

#### **a. Propiedades químicas**

Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste, llegan a incrementar también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que se llega a aumentar la fertilidad.

### **b. Propiedades físicas**

El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes, el abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos, mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste, disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento, aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega, y retienen durante mucho tiempo, el agua en el suelo durante el verano.

### **c. Propiedades biológicas**

Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios, los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.

#### **2.1.3. Importancia de la relación carbono - nitrógeno (C/N)**

La importancia que se reconoce a la materia orgánica deriva de su papel en el crecimiento de las plantas y organismos del suelo como son: formación y estabilización de agregados, adsorción e intercambio iónico, suministro de energía y nutrientes, capacidad de retención de humedad, diversos procesos edafogénicos y protección contra a la erosión del suelo. Los aportes de materia orgánica al suelo resultan críticos para el mantenimiento de este componente y de la fertilidad del suelo a largo plazo (PORTA *et al.*, 1999).

El nitrógeno y el carbono son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Esta relación tiene gran importancia desde el punto de vista agronómico pues regula el proceso biológico en el suelo y ambos elementos son fundamentales para la nutrición de los vegetales, el equilibrio de esta relación en el suelo regula los fenómenos metabólicos del nitrógeno y su mineralización y ambos tienen un ciclo perfectamente articulado, pues las bacterias nitrificantes obtienen su energía oxidando el amoníaco, energía que utilizan para metabolizar el carbono de gas carbónico del aire. Cuanto más elevada es la relación C/N de los residuos vegetales más prolongado es el proceso de su descomposición, esto sucede cuando la relación C/N es mayor a 33. Cuando la relación está entre 27 y 33 hay un equilibrio adecuado en la producción de humus y N, y cuando la relación C/N es menor a 17 hay una descomposición muy rápida y un buen establecimiento del N para las plantas (SUQUILANDA, 2003).

De acuerdo a NIETO *et al.* (2005), cuanto menor sea el valor de la relación C/N mayor es el grado de mineralización de la materia orgánica y, por lo tanto, la calidad edáfica será superior. Si la relación C/N es muy alta, el aporte de materia orgánica no es aprovechable por las plantas, ya que las bacterias y microorganismos que actúan en el proceso de descomposición de la M.O, consumen el poco nitrógeno que dispone el suelo y la productividad del cultivo se ve afectada por escasez de nitrógeno. En el Cuadro 1, se observa que la mineralización de la materia orgánica es mayor cuando la relación de C/N es menor de 10, cuando la relación de C/N está entre 10 – 14 la mineralización es aceptable y cuando la relación de C/N es mayor que 14 hay poca mineralización de la materia orgánica.

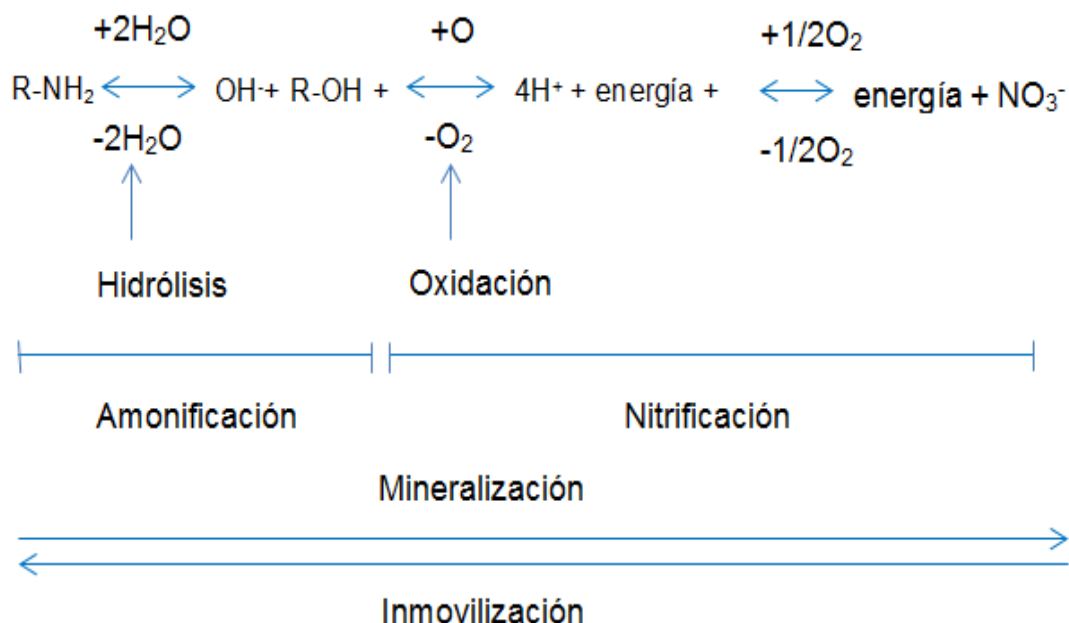
**Cuadro 1.** Aporte de materia orgánica a los suelos agrícolas con respecto a su relación C/N.

C/N	Mineralización (m) Inmovilización (i)	Aporte de materia orgánica
<10	$m > i$	Buena
10 – 14	$m = i$	Aceptable
> 14	$m < i$	No aceptable

Fuente: NIETO *et al.* (2005).

#### 2.1.4. Mineralización de la materia orgánica

La mineralización es el proceso de descomposición de la materia orgánica mediante los microorganismos del suelo. La aplicación de enmiendas orgánicas al suelo, ya sea de restos vegetales o animales, aporta nitrógeno mayoritariamente en formas orgánicas no disponibles para la planta, por lo que debe ser transformado a formas inorgánicas fácilmente asimilables (nitrato y amonio), para que sea extraído por la planta (LI *et al.*, 2003). Las reacciones que ocurren durante el proceso de mineralización se observan en la Figura 1. La primera etapa del proceso de mineralización es la amonificación (conversión del nitrógeno orgánico a amonio) bajo la acción de microorganismos heterótrofos que usan sustratos de carbono como fuente de energía y compuestos orgánicos del tipo aminoácidos y nucleótidos como sustrato alimenticio. Luego continúa el proceso de nitrificación que consiste en la oxidación del amonio a nitrato por la acción de bacterias autotróficas y esto ocurre en condiciones de buena aireación y a pH próximo a la neutralidad (Hart *et al.*, 1994; citado por VALÉ, 2006).



Fuente: BRADY y WEIL (2008).

**Figura 1.** Proceso de mineralización-inmovilización.

La materia orgánica dentro de ciertos límites, favorece directamente el crecimiento de las especies vegetales, produciendo un incremento adicional cuando los factores de crecimiento se alejan del óptimo deseable. La acción directa de las sustancias húmicas se debe a estimulación del metabolismo vegetal, mejora en los procesos energéticos, efecto hormonal y aumento de la permeabilidad de la membrana plasmática de las células de la raíz, que se traduce en mayor absorción de sales del suelo (BRADY y WEIL, 2008).

### 2.1.5. Tipos de abonos orgánicos

#### a. El bocashi

Bocashi, es una palabra japonesa, que significa materia orgánica fermentada. Al respecto, en buenas condiciones de humedad y temperatura, los microorganismos comienzan a descomponer la fracción más simple del material

orgánico, como son los azúcares, almidones y proteínas, liberando sus nutrientes, el principal objetivo del bocashi es activar y aumentar la cantidad de microorganismos benéficos en el suelo, pero también nutre el cultivo y suplir nutrientes (materia orgánica) para los organismos del suelo (MERINO, 2013).

El suministro deliberado de microorganismos benéficos el cual asegura la fermentación rápida y mayor actividad de estos microorganismos benéficos elimina los organismos patógenos gracias a una combinación de la fermentación alcohólica con una temperatura entre 40 - 55 °C. El bocashi puede ser utilizado entre cinco y 21 días después del tratamiento (fermentación), este abono es usado en la producción de cultivos, aun cuando la materia orgánica no se ha descompuesto del todo. Cuando es aplicado al suelo, la materia orgánica es usada como alimento para los microorganismos eficaces y benéficos, los mismos que continuarán descomponiéndola y mejorando la vida del suelo; pero no hay que olvidar que suple nutrimentos al cultivo (SUQUILANDA, 2008).

SUQUILANDA (2003), dice que el bocashi es un abono orgánico que resulta de la fermentación (anaeróbica y aeróbica) de desechos de carácter vegetal y animal al que se le pueden agregar elementos de origen animal para enriquecerlo (cal, roca fosfórica) y microorganismos para activar el proceso fermentativo. Posteriormente, SUQUILANDA (2008), recomienda que la cantidad de abono a ser aplicado en los cultivos está condicionada principalmente por varios factores; por ejemplo, la fertilidad original del suelo, en clima y la exigencia nutricional del cultivo. Para establecer una recomendación es necesario realizar validaciones para que cada agricultor determine sus dosificaciones individuales; pero hay recomendaciones que establecen aporte de 350 g/planta en rosales.

## **b. Humus**

Se denomina humus de lombriz a los excrementos de las lombrices dedicadas especialmente a transformar residuos orgánicos y también a los que producen las lombrices de tierra como sus desechos de digestión. La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) se ha adaptado bien a nuestras condiciones y está muy difundida en las diferentes regiones del país. El humus es el abono orgánico con mayor contenido de bacterias, tiene dos billones de bacterias por gramo de humus; por esta razón su uso es efectivo en el mejoramiento de las propiedades biológicas del suelo (MONTENEGRO y ALVARADO, 2005).

El humus de lombriz es el abono orgánico más conocido en el mercado y su composición depende del sustrato con el cual se alimentan las lombrices, al utilizar residuos orgánicos de origen animal o vegetal (SCHULDT, 2006). Este abono aporta los nutrimentos necesarios para que las plantas cultivadas realicen todos sus procesos de crecimiento y desarrollo, además, contiene compuestos orgánicos que influyen en la disponibilidad de nutrimentos y resistencia a la fijación y lavado (SOMARRIBA y GUZMÁN, 2004) y es un medio ideal para la proliferación de hongos y bacterias benéficos, que reducen el riesgo en el desarrollo de enfermedades a las plantas (MÉNDEZ *et al.*, 2012).

El humus de lombriz contiene una concentración importante de elementos solubles orgánicos, entre los que se incluyen los humatos más importantes como son: los ácidos húmicos, fúlvicos y úlmicos, y su aplicación en estado líquido estimula los procesos de humificación y mineralización de los residuos vegetales en el suelo (SOMARRIBA y GUZMÁN, 2004). Se conoce que

el humus en disolución, conocido también como té de humus, contiene minerales como lo son: nitrógeno, fósforo, potasio y microelementos que representan el 1 % de su composición. Estos macro y microelementos se encuentran en el humus en un estado de equilibrio, impide la posible interferencia en la absorción de los nutrientes por un exceso de alguno de ellos (SCHULDT, 2006).

### **c. Estiércol de vacuno**

Los estiércoles se han utilizado desde hace mucho tiempo para aumentar la fertilidad de los suelos y modificar sus características en beneficio del desarrollo de las plantas. Su efectividad ha quedado plenamente demostrada con rendimientos más altos y de mejor calidad. Los estiércoles se han estado usando en la agricultura, desde que el productor combinó su actividad agrícola con la ganadería en el nivel de traspatio o solar. Bajo estas condiciones, los estiércoles no presentan problema en su almacenamiento y manejo por los volúmenes pequeños y la facilidad que se presenta para su transporte hasta la parcela del agricultor (MÁRQUEZ *et al.*, 2006).

El uso de estiércoles en la agricultura apoya el incremento de los rendimientos en los cultivos por las siguientes razones: Aportan todos los elementos esenciales que requieren los cultivos, tienen un efecto residual mayor que el de los fertilizantes químicos, liberan nutrimentos en forma gradual que favorece su disponibilidad para el desarrollo del cultivo, mejoran la estructura del suelo, porosidad, aireación y capacidad en retención de agua, forman complejos orgánicos con los nutrimentos manteniendo a estos disponibles para las plantas, elevan la CIC del suelo evitando que los nutrimentos se pierdan por lixiviación, liberan bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) durante su descomposición que forma ácido

carbónico ( $H_2CO_3$ ) el cual solubiliza nutrientes de otras fuentes y abastecen el carbono orgánico que se usa como fuente de energía para los microorganismos heterotróficos presentes en el suelo (LONGORIA, 2000).

El bovino lechero tiene una baja eficiencia en el uso de nutrientes, principalmente de nitrógeno. La eficiencia de uso de nitrógeno por parte del bovino lechero es de 30 %, valor que representa en mayor parte la proteína de la leche. El 70 % restante es excretado; si se asume que todas las excretas se aplicarán al suelo para la producción de cultivos, el 38 % de nitrógeno se pierde por diferentes procesos (lixiviación, volatilización y desnitrificación, entre otros) y sólo el 32 % es recuperado por los cultivos (FIGUEROA *et al.*, 2010). Un estiércol con esta concentración promedio 1.6 % de nitrógeno, aplicado a una dosis baja de 60 mg/ha aporta 260 kg/ha de nitrógeno disponible al cultivo, asumiendo un 45 % de mineralización de nitrógeno y 60 % de eficiencia de uso de nitrógeno mineralizado (FIGUEROA *et al.*, 2009).

**Cuadro 2.** Contenido promedio de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  en el estiércol fresco de cerdo, pollo y vacuno.

Fuente	Humedad	N (%)	$P_2O_5$ (ppm)	$K_2O$ (Kg/ha)
Estiércol de cerdo	76.60	0.63	0.92	0.28
Orina de cerdo	98.00	0.48	0.07	0.16
Estiércol de pollo	65.40	1.66	2.92	1.79
Estiércol de vacuno	81.90	0.43	0.38	0.29
Orina de vacuno	99.30	0.47	0.14	1.32

Fuente: Cárdenas (1992), citado por FIGUEROA *et al.* (2009).

#### **d. Gallinaza**

La gallinaza es un abono orgánico de excelente calidad que se compone de las deyecciones de las aves de corral y del material usado como cama, que por lo general es cascarilla de arroz o viruta mezclada con cal, en pequeñas proporciones, la cual se coloca en el piso. Es un apreciado abono orgánico, concentrado y de rápida acción. El principal aporte consiste en mejorar las características de fertilidad del suelo, con otros nutrientes principales como fósforo, potasio, magnesio, calcio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro; pero es el nitrógeno que contiene en mayor concentración. La cascarilla de arroz que contiene llegar a mejorar las características físicas del suelo y abonos orgánicos, y facilitan la aireación, absorción de humedad y filtraje de los nutrientes; beneficia el aumento de actividad macro y microbiológica de tierra, y estimula el desarrollo uniforme y abundante del sistema radical de las plantas; es una fuente rica en sílice, favoreciendo una mayor resistencia contra insectos y microorganismos (Restrepo, 1998; citado por CANTARERO y MARTÍNEZ, 2002).

Si se va a utilizar la gallinaza como fertilizante u otro uso, debe tenerse presente que la composición de la misma cambia de acuerdo al momento de recolección y al tipo de almacenamiento. La gallinaza seca posee una mayor concentración de nutrientes, valor que depende del tiempo y rapidez del secado, así como de la composición de N, P ( $P_2O_5$ ), K ( $K_2O$ ). Esto tiene especial relevancia en el caso del N y el P ya que, aparte de su valor como abono, en ocasiones, con excesiva densidad animal en el área, estos elementos se consideran contaminantes del suelo. La utilidad de la gallinaza, en cualquiera de sus formas, proviene de su aporte al suelo de materia orgánica, con lo cual

aumenta su capacidad de retención de agua, así como por ser fuente muy rica en elementos nutritivos para las plantas; el uso de la gallinaza como abono es la opción más ventajosa para su empleo, tanto porque constituye una forma de reciclaje natural como por su bajo costo; pero el uso de gallinazas frescas, puede producir efectos adversos al suelo y a las plantas, por eso, se recomienda el procesamiento de ésta (ESTRADA, 2005).

**Cuadro 3.** Composición de la gallinaza.

<b>Contenido</b>	<b>Cantidad</b>
Materia orgánica	25 - 30 %
Nitrógeno	2.86 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.00 ppm
Ca + Mg	4.20 meq/100g
K <sub>2</sub> O	1 - 3 kg/ha
S	0.05 ppm
B	0.40 ppm
Cu	0.20 ppm
C/N	18.60

Fuente: RIOS (1981), citado por ESTRADA (2005).

## **2.2. Cultivo del café**

### **2.2.1. Origen y distribución geográfica**

El origen del café se considera que fue, al igual que la mayoría de las especies descritas, en las tierras altas de Etiopía y Sudán, África, situadas a más de 1000 msnm, cerca del Lago Tana, latitud 12- 15º Norte. En esa región crece en estado silvestre y sub-silvestre y presenta una amplia variedad de tipos

de cafés que han sido trasladados a numerosos países, constituyendo un acervo invaluable y una fuente incalculable y poco explotada de variabilidad genética, que puede ser aprovechada en las variedades cultivadas (CASTRO *et al.*, 2004).

### 2.2.2. Taxonomía

CASTRO *et al.* (2004), ordena la siguiente taxonomía del café:

Reino	: Plantae.
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Rubiales
Familia	: Rubiaceae
Subfamilia	: Ixoroideae
Tribu	: Coffeae
Género	: <i>Coffea</i> .

### 2.2.3. Variedad Caturra Roja

Es una variedad encontrada en Minas Gerais, Brasil; probablemente originada como una mutación de Bourbon. Cafeto de porte pequeño de donde proviene su nombre altura promedio 2 m, entrenudos en el tallo principal cortos. Es un arbusto cilíndrico; lo que es más característico en los cafetos de cuatro y cinco años. Es una variedad de alta producción y buena calidad, pero que requiere de una amplia atención y fertilización; la planta es más baja, con un núcleo grueso y muchas ramas secundarias; tiene hojas grandes con bordes ondulados similares al Bourbon; se adapta bien a cualquier ambiente, pero mejor entre los 500 y 1700 msnm con precipitación anual entre 2500 a 3500 mm; a

mayor altitud aumenta su calidad, pero reduce su producción. En la mutante roja de Caturra, los frutos adquieren un color rojo vinoso, mientras que en la mutante amarillo, un color amarillo, pero menor retención de los frutos maduros con relación a la Caturra Roja (VERGARA, 2012).

#### **2.2.4. Requerimiento del suelo**

Los elementos minerales que toma la planta del suelo en sus mayores cantidades para crecer y formar frutos son: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, azufre y magnesio, llamado macro elementos y también los micro elementos: zinc, boro, hierro, molibdeno, manganeso, cobre que son importantes para lograr su desarrollo y fertilización. El café no parece tener exigencias bien definidas en cuanto a la naturaleza de los sustratos, ya que puede crecer tanto en los suelos ácidos de texturas arcillosas a franco arcillosas y en suelos aluviales. En lo concerniente al pH de los sustratos admiten que las mejores condiciones se cumplen entre 4.5 y 5.0, pero resulta también evidente que el café pueda desarrollarse a pH 7, por lo que este criterio no debe tomarse con excesivo vigor (GUERRERO, 2012).

#### **2.2.5. Producción de plántones de café en vivero**

De acuerdo a MARÍN (2012), la producción de plántones de café en vivero encadena una serie de actividades que se mencionan a continuación.

##### **a. Germinador**

La selección de semilla es una actividad inicial, para ello se recomienda ubicar lotes homogéneos con plantas de cuatro a ocho años en producción. Seleccionar y marcar plantas madres de alto rendimiento, tolerancia

a plagas y enfermedades, cosechar cerezos maduros de la parte central de la planta y rama, durante la cosecha plena. Realizar la primera selección haciendo flotar los cerezos, despulpar de forma manual para no lastimar las semillas, fermentar, lavar y secar bajo sombra, seleccionar las semillas de acuerdo a la forma y tamaño, descartando los granos caracolillos, triángulos, mordidos, elefantes, conchas, partidos, pequeños y brocados. A las semillas desinfectar con ceniza o fungicida de ingrediente activo Carboxin + Captan, a dosis de 2 g/kg de semilla y llegar a almacenar en lugares secos, ventilados y libres de agentes contaminantes por un periodo máximo de seis meses, con una humedad no mayor a 18 a 25 %.

La germinación dura de 60 a 75 días aproximadamente y consiste en colocar la semilla en lugar favorable, para que se desarrollen la radícula y las hojas cotiledonales. Para un kilogramo de semilla se construye un cajón con dimensiones de 1 m<sup>2</sup> y 20 cm de profundidad. Se usa como principal sustrato arena lavada de río o tierra negra de bosque virgen, debidamente cernida. Se llega a desinfectar el sustrato utilizando cuatro cojines de lejía por 7.5 L de agua. Una vez desinfectado, uniformizar el sustrato con ayuda de una regla de madera y sembrar las semillas al voleo cuidando que no se sobrepongan entre ellas. Cubrir las semillas con una capa de sustrato (arena), esta debe ser el doble del espesor de la semilla. Cubrir el germinador con costal de yute u hojas de palmera, quillo o gramíneas, para conservar la humedad del sustrato, así se inducirá la germinación de la semilla. Regar en la mañana o en la tarde, las veces que sea necesario. Una vez emergidas las plántulas, entre los 40 a 45 días se quita la cubierta (costal de yute o hojas) y se construye un tinglado a 1.5 m de

altura aproximadamente para proteger las semillas germinadas. Transcurridos los 60 a 70 días de la siembra estarán en estado cachaquito (fosforito) listos para ser repicados y trasladados al vivero.

### **b. Vivero**

Es el lugar donde se producen los plantones, hasta que estos logren de cuatro a seis pares de hojas en un tiempo de cuatro a seis meses. Se debe instalar en un terreno plano o con pendiente ligera (4 %), protegido del acceso a animales, cercano a una fuente de agua, de fácil acceso y de lugar estratégico para la distribución de plantas a campo definitivo. La recolección de sustrato debe de ser de preferencia de bosque primario o secundario, cernido de sustrato, con una malla con abertura de 1 cm<sup>2</sup> y enriqueciéndolo con compost y arena. El embolsado consiste en llenar las bolsas con el sustrato, presionando con los dedos para un llenado adecuado de la base de la bolsa y las esquinas; con la ayuda de una estaca, presionar uniformemente para evitar la deformación y espacios vacíos en la bolsa; se recomienda usar bolsas de 5"x7" con agujeros de 1mm (para drenaje). Finalizado el embolsado, ordenar el sustrato embolsado utilizando un cordel para un correcto alineado, considerando un número de seis a ocho bolsas de ancho y el largo de cama de acuerdo a la distribución de espacio, con una distancia de 40 cm entre camas.

Se debe sacar y seleccionar las plántulas en etapa fosforitos del germinador, eliminando aquellas que presentan raíces torcidas, bifurcadas, atrofiadas y con presencia de enfermedades. Luego, se lava con agua limpia las raíces y se desinfectan con Captan + Flutolanil a razón de 2 g/L de agua. Una vez realizado eso, se hace el repique que consiste en hacer el trasplante de las

plántulas en el vivero, realizando labores como regar el sustrato embolsado, con un repicador, realizar hoyos en el centro de la bolsa, colocar las plántulas (fosforitos) teniendo en cuenta que la raíz no esté doblada, si la raíz sobrepasa los 6 cm de largo, realizar el despunte, hay que considerar que el cuello de la plántula coincida al ras del sustrato embolsado y presionar adecuadamente el sustrato para evitar que se formen espacios de aire alrededor de la raíz.

Se debe construir un tinglado de 1.8 a 2.0 m de altura, y se colocan postes perimetrales cada 3 a 5 m, utilizar malla raschel, materiales de la zona (hojas de palmera, entre otros), que permiten regular la entrada de luz con un 40 % de sombra y 60 % de luz. Una vez que los plantones cuenten con cinco a seis pares de hojas, retirar paulatinamente el tinglado para adaptarlos a las condiciones de campo definitivo. En el vivero se debe realizar actividades como el riego por la mañana y tarde manteniendo una adecuada humedad, deshierbo cada mes, realizar la aplicación de abono foliar mensualmente, realizar el monitoreo de plagas y enfermedades constantemente de manera oportuna, debe hacerse manejo de sombra, al inicio dejar ingresar un 60 % de luz, a partir del cuarto mes dejar expuestos los plantones al 100 % de luz hasta su traslado a campo definitivo. Se debe fertilizar a los plantones después de la aparición del primer par de hojas verdaderas, pudiendo aplicarse guano de isla (4 g/bolsa), fosfato diamónico (2 g/bolsa). Si es necesario, realizar una segunda fertilización a la aparición del cuarto par de hojas.

### **2.3. Investigaciones relacionadas con este trabajo de investigación**

En Tingo María, ESCALANTE (2011), aplicó tres fuentes de abonos orgánicos (bocashi, humus de lombriz y gaicashi) en dos variedades de café,

cada abono en tres proporciones (1:1; 3:1 y 5:1), con el fin de evaluar el crecimiento de los plantones en fase de vivero. Al finalizar la investigación, el tratamiento T<sub>2</sub> (Bocashi 3:1 Var. Catimor), obtuvo el mejor vigor en la altura de tallo (27.032 cm); en diámetro de tallo, el tratamiento T<sub>13</sub> (Humus de lombriz 5:1 Var. Catimor) alcanzó la mayor media obtenida, que fue de 0.408 cm; en cuanto a longitud y volumen de las raíces, el tratamiento T<sub>2</sub> (Bocashi 3:1 Var. Catimor) alcanzó las medias más altas con 32.300 cm y 10.300 cm<sup>3</sup> respectivamente.

En Tingo María, MENDOZA (1996), evaluó el efecto de cuatro niveles de humus de lombriz, en el crecimiento inicial de la capirona *Calycophyllum spruceanum* (Benth), en suelos degradados, concluyendo que el efecto del abono utilizado es favorable; asimismo, determinó que la aplicación a 2 kg de humus de lombriz por planta fue el mejor tratamiento, ya que obtuvo resultado muy favorables en el crecimiento y desarrollo de los plantones de capirona. También en Tingo María, PINCHI (2009), evaluó el efecto de siete dosis de bocashi con EM, sobre las características de crecimiento en altura, diámetro y biomasa en plántulas de castaña (*Bertholletia excelsa* HBK.) producidas en tubetes, concluyendo que los tratamientos no se diferenciaron significativamente para los caracteres evaluados.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Del campo experimental

##### 3.1.1. Ubicación

La tesis se llevó a cabo en el vivero productivo de la Facultad de Agronomía, esta instalación está ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia Leoncio Prado, región Huánuco, cuyas coordenadas UTM son:

Este : 390555 m.

Norte : 8970045 m.

Altitud : 651 msnm.



**Figura 2.** Localización del área experimental.

### 3.1.2. Condiciones climáticas de la zona experimental

Las características del área experimental corresponden a un clima de bosque muy húmedo tropical (bmh – T). Asimismo, en el Cuadro 4, se detalla los datos meteorológicos obtenidos durante la ejecución del experimento cuyos resultados fueron: temperatura máxima de 31.2 °C, la mínima de 19.2 °C y un valor promedio 25.12 °C; en caso de la precipitación, se registró una media de 302 mm por mes y humedad relativa promedio de 85 %.

**Cuadro 4.** Condiciones meteorológicas del periodo febrero - octubre del año 2013 durante la ejecución del experimento.

Mes	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)	Horas sol
	Máxima	Mínima	Media			
Febrero	28.90	20.70	24.80	87.00	469.00	93.20
Marzo	29.30	21.20	25.20	87.00	405.70	108.30
Abril	30.80	20.60	25.70	84.00	423.60	165.90
Mayo	29.90	20.70	25.30	85.00	205.10	141.40
Junio	29.60	20.10	24.80	85.00	173.20	157.80
Julio	29.50	19.20	24.30	86.00	103.40	191.50
Agosto	30.10	19.80	24.90	84.00	248.70	218.10
Setiembre	31.20	20.10	25.60	82.00	191.00	207.70
Octubre	30.40	20.70	25.50	86.00	496.30	159.30
Promedio	29.90	20.34	25.12	85.11	301.78	160.36

Fuente: Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones (2013).

### 3.1.3. Análisis del suelo agrícola utilizado

El análisis de suelo del presente trabajo de investigación se hizo en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, cuyos

resultados del análisis (Cuadro 5) caracterizan a este suelo de textura franco limoso, con pH 6.5, cuyos contenidos de materia orgánica y nitrógeno están en valores medios y, los contenidos de fósforo y potasio son bajos. Asimismo, dicha muestra del suelo o sustrato utilizado para la producción de plántones, presenta un nivel medio de capacidad de intercambio catiónico 6.84 meq/100 g, con buen contenido de bases cambiables (100 %) y no presenta acidez intercambiable.

**Cuadro 5.** Análisis físico – químico del suelo experimental (suelo agrícola).

<b>Parámetros</b>	<b>Valores</b>
<b>Análisis físico:</b>	
Arena (%)	31.68
Arcilla (%)	11.04
Limo (%)	57.28
Clase textural	Franco Limoso
<b>Análisis químico:</b>	
pH (1:1)	6.50
Materia orgánica (%)	2.69
Nitrógeno total (%)	0.12
Fósforo disponible (ppm P)	3.86
Potasio disponible (K <sub>2</sub> O en kg/ha)	227.91
C/N	7.00
Ca <sup>++</sup> (meq/100 g)	5.40
Mg <sup>++</sup> (meq/100 g)	1.05
K <sup>+</sup> (meq/100 g)	0.11
Na <sup>+</sup> (meq/100 g)	0.28
Al <sup>+++</sup> (meq/100 g)	0.00
H <sup>+</sup> (meq/100 g)	0.00
CIC (meq/100 g)	6.84
Bases cambiables (%)	100.00
Acidez cambiante (%)	0.00
Saturación de aluminio (%)	0.00

Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (2013).

### 3.1.4. Análisis químico de los abonos orgánicos

De acuerdo al análisis químico de los abonos orgánicos (Cuadro 6), se observa contenidos altos de elementos en todos los abonos orgánicos.

**Cuadro 6.** Análisis químico de los abonos orgánicos utilizados en el trabajo de investigación.

Contenido	Abonos			
	Humus de lombriz	Estiércol de vacuno	Gallinaza	Bocashi
pH	6.90	6.60	6.50	6.80
H° (%)	14.49	14.01	14.39	9.64
Ceniza (%)	42.37	32.23	26.67	57.13
Materia orgánica (%)	57.63	67.77	73.33	42.87
Materia seca (%)	85.51	85.99	85.61	90.36
N (%)	1.15	0.44	1.41	1.01
P (%)	1.04	0.30	0.37	0.32
K (%)	1.44	0.80	0.92	0.47
Ca (%)	6.26	0.81	3.29	1.24
Mg (%)	0.67	0.55	0.33	0.34
Na (%)	0.60	0.20	0.17	0.46
Fe (ppm)	13348.47	14485.14	11042.48	6271.05
Mn (ppm)	5774.83	5363.36	1209.14	1460.12
Zn (ppm)	1327.28	1477.25	1550.03	1029.53
Cu (ppm)	128.65	118.70	192.59	140.77
C/N	16.00	48.00	16.00	13.00

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (2013).

## 3.2. Diseño estadístico

### 3.2.1. Componentes en estudio

#### a. Cultivar de café

- Variedad Caturra Roja.

#### b. Abonos orgánicos

- Bocashi
- Humus de lombriz

- Gallinaza
- Estiércol de vacuno

**c. Proporción en peso de tierra agrícola y abono orgánico**

- 1:1
- 3:1
- 5:1

**d. Testigo**

- Tierra agrícola (10:0)

**3.2.2. Tratamientos en estudio**

Los tratamientos fueron distribuidos en forma aleatoria en el área experimental y se detallan a continuación (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Descripción de los tratamientos en estudio.

<b>Tratamientos en estudio</b>		
<b>Clave</b>	<b>Tierra agrícola : Abono orgánico</b>	<b>Tipo de abono orgánico</b>
T <sub>1</sub>	5:1	Bocashi
T <sub>2</sub>	3:1	Bocashi
T <sub>3</sub>	1:1	Bocashi
T <sub>4</sub>	5:1	Humus de lombriz
T <sub>5</sub>	3:1	Humus de lombriz
T <sub>6</sub>	1:1	Humus de lombriz
T <sub>7</sub>	5:1	Gallinaza
T <sub>8</sub>	3:1	Gallinaza
T <sub>9</sub>	1:1	Gallinaza
T <sub>10</sub>	5:1	Estiércol de vacuno
T <sub>11</sub>	3:1	Estiércol de vacuno
T <sub>12</sub>	1:1	Estiércol de vacuno
T <sub>13</sub>		Tierra agrícola

### 3.2.3. Diseño experimental

Para este trabajo, se usó el diseño completamente al azar con trece tratamientos y 20 repeticiones. El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Respuesta del i-ésimo tratamiento de la j-ésima repetición.

$\mu$  = Efecto de la media general.

$\sigma_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento.

$\epsilon_{ij}$  = Efecto aleatorio del error experimental.

Para:

$i$  = 1, 2, ..., 13 tratamientos.

$j$  = 1, 2, ..., 20 repeticiones.

### 3.2.4. Análisis estadístico

Se determinó el análisis de variancia, el coeficiente de variabilidad (Cuadro 8) y se halló las diferencias de medias de los tratamientos en estudio mediante la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ).

**Cuadro 8.** Esquema del análisis de varianza.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.
Tratamiento	t - 1	SC <sub>trat.</sub>	CM <sub>trat</sub>	CM <sub>trat</sub> /CM <sub>ee</sub>	F $\alpha$ (G <sub>Itrat.</sub> , G <sub>Iee</sub> )
Error experimental	t <sub>x</sub> (r-1)	SC <sub>ee.</sub>	CM <sub>ee</sub>		
Total	(t <sub>x</sub> r)-1	SC <sub>total</sub>			

t= tratamiento, r= repetición.

### **3.2.5. Características del campo experimental**

#### **a. Dimensiones del vivero experimental**

Largo	:	6.65 m
Ancho	:	2.00 m
Área total	:	12.30 m <sup>2</sup>

#### **b. Bolsas**

Total de bolsas por tratamiento	:	20
Total de bolsas del experimento	:	260
Bolsas a evaluarse en el experimento	:	260

#### **c. De los tratamientos**

Número de abonos orgánicos	:	4
Proporciones de tierra: materia orgánica	:	3
Número de testigo	:	1
Total de tratamientos	:	13

### **3.3. Ejecución del experimento**

#### **3.3.1. Obtención del suelo agrícola y abonos orgánicos**

El suelo agrícola se extrajo del fundo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. El bocashi se adquirió de un agricultor de la ciudad de Tingo María, dedicado a la agricultura orgánica; el humus de lombriz, la gallinaza y el estiércol de vacuno se compraron de la granja de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Al

respecto, una muestra representativa de 1 kg del suelo de la parcela donde se extrajo y los abonos orgánicos fueron analizados en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, cuyos resultados se detallan en los Cuadros 5 y 6.

### **3.3.2. Construcción del germinador y germinación de las semillas**

El germinador se construyó en el vivero experimental, en un área de 1.5 m x 1.0 m y 20 cm de altura. Se adquirieron 0.5 kg semillas de café variedad Caturra Roja seleccionadas de la Cooperativa Agraria Cafetalera la Divisoria, semillas que contaban con todos los tratamientos fitosanitarios. La germinación se realizó en arena fina lavada previamente desinfectada con lejía al 2 %. Una vez desinfectado, estas se dejaron por 24 horas para posteriormente enterrarlas en la arena, también se le tapó con costales para mantener la humedad y así facilitar la germinación de la semilla.

### **3.3.3. Instalación de sombra del germinador**

La sombra ayudó a evitar el resecamiento de la arena y se logró una mejor germinación y crecimiento de los fosforitos. La sombra utilizada para el germinador consistió en un tinglado de plástico a una altura de 1.50 m, para el cual, se utilizaron cuatro postes de bambús de tres pulgadas de diámetro y de 1.50 m de altura y para el tinglado se usaron seis listones de madera.

### **3.3.4. Manejo del germinador**

El germinador se humedeció según las necesidades, evitando que se reseque el medio o que exista exceso de humedad, ya que la falta de agua retarda la germinación y el exceso, aumenta las posibilidades del ataque de

hongos que causan la pudrición de las semillas. Una vez emergidos los fosforitos de café, se procedió a retirar los costales, los cuales habían cubierto la cama germinadora para proteger de agentes externos y mantener la humedad idónea en caso de días soleados.

### **3.3.5. Preparación de sustrato**

Luego de la obtención del suelo agrícola y de los abonos orgánicos, se procedió a tamizar el suelo agrícola y los abonos orgánicos, empleando una malla metálica de 0.5 cm de diámetro para obtener tierra fina libre de grumos y piedras, posteriormente se mezcló tierra agrícola y abonos orgánicos según las proporciones que se detallan en el Cuadro 7 (por ejemplo: 5 kg de tierra agrícola con 1 kg de abono orgánico)

### **3.3.6. Llenado de las bolsas**

Se emplearon bolsas de polietileno de color negro de 8"x5" de una capacidad de 1 kg de sustrato. Los abonos orgánicos se mezclaron con la tierra agrícola antes de embolsar de acuerdo a los tratamientos en estudio (Cuadro 7). Las bolsas se llenaron hasta el borde, presionando ligeramente para que queden compactas y así no queden bolsas de aire y puedan acomodarse en las camas del vivero. Luego de haber llenado las bolsas se procedieron a ordenar en el vivero según el croquis del experimento (Figura 17).

### **3.3.7. Alineamiento de bolsas**

Una vez llenas las bolsas con sustratos, se procedió al alineamiento en hileras de acuerdo al croquis de distribución de los tratamientos en estudio (Figura 17), las hileras estaban separadas con calles de 35 cm.

### **3.3.8. Repique de las bolsas**

Esta actividad se inició el 30 de abril del 2013. Se realizó cuando las plantas germinadas se encontraban en estado de fosforito (50 días). Un día antes del repique se hizo un riego profundo del germinador con el propósito de facilitar la extracción de los fosforitos y se seleccionaron fosforitos sanos, vigorosos y con raíz bien formada. Al momento del repique, con una estaca delgada se hizo un hoyo en el centro del sustrato de la bolsa a una profundidad de 8 cm, luego se colocó el fosforito hasta el nivel cuello sin torcer la raíz principal y finalmente se tapó el hoyo con el mismo sustrato.

### **3.3.9. Manejo del vivero**

#### **a. Riego**

El riego se realizó en función a las necesidades de la planta y en forma periódica. El riego se realizó en horas de la mañana y tarde. Se regó hasta capacidad de campo aproximadamente unos 200 mL de agua por bolsa.

#### **b. Control de malezas**

Para eliminar las malezas de la calle, se utilizó el azadón y dentro de la bolsa, de forma manual. El control de malezas se hizo en forma periódica, según sea necesario y así evitar la competencia por luz, espacio y nutrientes. Entre las malezas más comunes fueron: diente de león (*Taraxacum officinale*), yuyo (*Amaranthus hybridus*) y cebadilla (*Bromus catarticus*).

#### **c. Control de plagas y enfermedades**

Para el control de enfermedades durante se hicieron evaluaciones visuales para determinar oportunamente su incidencia, y en base a ello se realizó

su respectivo control. La enfermedad con más incidencia que se presentó en las plantas de café, fue la chupadera (*Rhizoctonia* sp.), la cual se controló mediante la aplicación preventiva de Puccín en dosis de 40 g/20 L agua. Para el control de plagas (cortadores de hoja, grillos, etc.), se efectuó un control manual periódico mediante evaluaciones visuales cada quince días; al respecto, hubo daño de la parte foliar de la planta a causa de grillos, pero se controló oportunamente.

### **3.4. Variables evaluadas y metodología**

#### **3.4.1. Altura de planta**

Para este carácter se evaluaron 20 plantas por tratamiento cada 15 días por 120 días desde la siembra, midiendo la altura desde el cuello de la planta hasta la yema terminal visible con una regla graduada en cm.

#### **3.4.2. Diámetro de tallo**

Para este carácter se evaluaron 20 plantas por tratamiento cada 15 días por 120 días desde la siembra, midiendo el diámetro de tallo a nivel del cuello con un vernier en mm.

#### **3.4.3. Número de hojas**

Para este carácter se evaluaron 20 plantas por tratamiento cada 15 días por 120 días desde la siembra, contando el número de hojas por planta.

#### **3.4.4. Longitud radicular**

Este carácter se evaluó al final del experimento (120 días), midiendo las raíces con una regla graduada en cm, desde la inserción con el esqueje hasta la parte terminal de cinco plantas por tratamiento.

### **3.4.5. Volumen radicular**

Al final del experimento (120 días desde la siembra), se evaluó el volumen de las raíces de cinco plantas por tratamiento. La metodología consistió en sumergir los plántones hasta el cuello de la raíz en una probeta graduada llena con agua destilada, permitiéndonos determinar el volumen por diferencia mediante la siguiente fórmula:

Volumen radicular = Volumen inicial de la probeta - Volumen final de la probeta

### **3.4.6. Área foliar**

Para medir esta variable se usó el método del sacabocado con el siguiente procedimiento: se tomaron cinco plantas al azar para extraer de ellas el mayor número de discos posibles del área foliar de la muestra empleando un sacabocado de área conocida. Después se determinó el área y peso total de los discos, luego con una regla de tres simple se calculó el área foliar total. Este parámetro se evaluó al final del experimento (120 días).

### **3.4.7. Materia seca**

Este carácter se evaluó al finalizar el experimento (120 días después del trasplante). Se tomaron muestras frescas de la parte foliar y radicular de cinco plantas, las cuales fueron pesadas y puestas en bolsas de papel periódico, con el fin de obtener el peso fresco por planta. Para obtener el peso seco de las muestras, estas fueron llevadas y puestas en una estufa a 70 °C por 48 horas hasta adquirir peso constante; una vez secas las muestras, estas fueron pesadas y por diferencia se calculó el porcentaje de humedad y materia seca, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Materia seca (\%)} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso fresco}} \times 100$$

### **3.4.8. Análisis de la relación beneficio/costo**

La evaluación de la rentabilidad de los diferentes tratamientos en estudio, se realizó por el método análisis comparativo de ingresos y costos de producción. El índice de rentabilidad (B/C) en cada tratamiento, se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Relación (B/C)} = \frac{\text{Ingreso bruto}}{\text{Costo de producción}}$$

El ingreso bruto de todos los tratamientos en estudio, se determinó multiplicando el número de plántones producidos para 1 ha (5,000 plántones de café) por el precio de cada planta (S/. 0.50). Los costos de producción fueron determinados proyectando a 1 ha y obedeciendo a la diferencia en la cantidad de materia orgánica y tierra utilizada, así como al tipo de materia orgánica, cuyo precio por tonelada en el mercado es variable.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Altura de la planta

De acuerdo al Cuadro 9, realizado el análisis de varianza se encontró que existen diferencias significativas entre los tratamientos en estudio para la variable altura de planta a los 60, 90 y 120 días después del trasplante (ddt). Asimismo, los valores de los coeficientes de variabilidad alcanzaron valores menores al 10 %, los cuales expresan que existió excelente homogeneidad de dispersión de los datos entre todos los tratamientos en estudio.

**Cuadro 9.** Análisis de varianza para la variable altura de plantones de café evaluado a los 60, 90 y 120 días después del trasplante (ddt).

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios					
		60 ddt	Sig.	90 ddt	Sig.	120 ddt	Sig.
Tratamientos	12	9.00	S	55.02	S	286.71	S
Error experimental	247	0.31		0.88		3.22	
Total	259						
C.V. (%)		7.46		8.76		10.30	

S : Existe diferencias estadísticas al 5 % de probabilidad.

De acuerdo a la prueba de Duncan para un nivel de significación de  $\alpha = 0.05$  (Cuadro 10) con relación al promedio de la altura de planta, se presentó que el tratamiento T<sub>1</sub> (Bocashi 5:1) alcanzó el mayor promedio a los 60, 90 y 120 días después del trasplante alcanzando promedios de 8.28; 12.92 y 20.62 cm respectivamente. El tratamiento T<sub>9</sub> (Gallinaza 1:1) logró menor promedio a los 60 y 90 ddt con promedios de 5.98 y 7.12 respectivamente, y a los 120 ddt el que logró menor promedio, fue el tratamiento T<sub>13</sub> (Testigo).

**Cuadro 10.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable altura de plantones de café evaluado a los 60, 90 y 120 días después del trasplante (ddt).

60 ddt				90 ddt			120 ddt		
Tratamientos	cm	Sig.		Tratamientos	cm	Sig.	Tratamientos	cm	Sig.
T <sub>1</sub> Bocashi (5:1)	8.28	a	T <sub>1</sub> Bocashi (5:1)	12.92	a	T <sub>1</sub> Bocashi (5:1)	8.28	a	
T <sub>2</sub> Bocashi (3:1)	8.15	a	T <sub>2</sub> Bocashi (3:1)	11.76	b	T <sub>2</sub> Bocashi (3:1)	8.15	a	
T <sub>3</sub> Bocashi (1:1)	8.05	ab	T <sub>12</sub> Estiércol V (1:1)	11.73	b	T <sub>3</sub> Bocashi (1:1)	8.05	ab	
T <sub>12</sub> Estiércol V (1:1)	8.04	ab	T <sub>11</sub> Estiércol V (3:1)	11.61	bc	T <sub>12</sub> Estiércol V (1:1)	8.04	ab	
T <sub>11</sub> Estiércol V (3:1)	7.72	bc	T <sub>7</sub> Gallinaza (5:1)	11.53	bcd	T <sub>11</sub> Estiércol V (3:1)	7.72	ab	
T <sub>5</sub> Humus (3:1)	7.71	bc	T <sub>3</sub> Bocashi (1:1)	11.41	bcd	T <sub>5</sub> Humus (3:1)	7.71	ab	
T <sub>4</sub> Humus (5:1)	7.68	bc	T <sub>4</sub> Humus (5:1)	11.22	bcde	T <sub>4</sub> Humus (5:1)	7.68	bc	
T <sub>6</sub> Humus (1:1)	7.46	c	T <sub>8</sub> Gallinaza (3:1)	11.07	cde	T <sub>6</sub> Humus (1:1)	7.46	bc	
T <sub>7</sub> Gallinaza (5:1)	7.46	c	T <sub>5</sub> Humus (3:1)	10.88	de	T <sub>7</sub> Gallinaza (5:1)	7.46	c	
T <sub>10</sub> Estiércol V (5:1)	7.42	c	T <sub>10</sub> Estiércol V (5:1)	10.64	e	T <sub>10</sub> Estiércol V (5:1)	7.42	c	
T <sub>8</sub> Gallinaza (3:1)	7.38	c	T <sub>6</sub> Humus (1:1)	9.86	f	T <sub>8</sub> Gallinaza (3:1)	7.38	d	
T <sub>13</sub> Testigo	6.35	d	T <sub>13</sub> Testigo	7.57	g	T <sub>13</sub> Testigo	6.35	e	
T <sub>9</sub> Gallinaza (1:1)	5.98	e	T <sub>9</sub> Gallinaza (1:1)	7.11	g	T <sub>9</sub> Gallinaza (1:1)	5.98	e	

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

A los 45 días después del trasplante, los plantones de café experimentan un crecimiento similar en todos los tratamientos, esto se relaciona principalmente al estrés que sufre la planta al momento del trasplante a la bolsa, ya que su mejora y crecimiento rápido se encuentra en función al tipo de abono orgánico y disponibilidad de nutrientes que están presentes en cada tratamiento, las mayores alturas en tallo se atribuye a que los ácidos húmicos tienen una acción fitoestimulante, que actúan al igual que las fitohormonas; favoreciendo el enraizamiento del sistema radical y el crecimiento de los tallos.

De acuerdo al análisis químico de los abonos orgánicos (Cuadro 6), se determinó que el bocashi contiene buen porcentaje de nitrógeno, fósforo y potasio en su composición química, acompañado por sustancias como vitaminas, enzimas, hormonas propios del Bocashi, lo cual permite que dichos elementos químicos tuvieron influencia directa en el incremento de altura de tallo, colocándose como los tratamientos con mayor promedio obtenido en la variable altura de planta (20.62 cm).

El otro sustrato que incrementó la altura de planta de café al final del experimento, fue los que contenían estiércol de vacuno como el tratamiento T<sub>11</sub> (Estiércol 3:1) que estadísticamente ocupó el segundo lugar con un promedio de 20.06 cm. Al respecto, el estiércol de vacuno contiene elementos como el nitrógeno que es favorable para el crecimiento de los plantones.

La longitud de planta es una variable que nos permite medir el crecimiento del cultivo, ésta puede verse afectada por la acción conjunta de cuatro factores ambientales: luz, calor, humedad y nutrientes. En relación al tratamiento T<sub>9</sub> (Gallinaza 1:1) obtuvo una altura de planta inferior a las demás tratamientos en

estudio, este comportamiento se puede llegar a atribuir a que no se encontraba bien descompuesta al momento de utilizarla en el experimento, caracterizado por una excesiva retención de humedad; también, se atribuye al efecto de la relación (C/N) de la gallinaza, esto se explica debido a que el nitrógeno provee de energía a los microorganismos, por eso se determina que en sustratos con alto contenido de nitrógeno, la materia orgánica fresca se descompone más rápido; en cambio cuando el nitrógeno es bajo, la descomposición es más lenta. A pesar del contenido de materia orgánica en el tratamiento T<sub>9</sub> (Gallinaza 1:1), las plantas no crecieron, ya que la materia orgánica no llegó a mineralizarse oportunamente, es por ello la poca disponibilidad de nutrientes en este tratamiento; es decir, había más carbono que nitrógeno.

Estos resultados fueron corroborados por ESCALANTE (2011), quien reportó que el bocashi a una proporción con tierra agrícola de 3:1 como sustrato de la variedad Catimor bajo condiciones de vivero, alcanzó el promedio más alto (27.03 cm), además, indicando que las plantas absorben el fósforo de las soluciones proporcionalmente a la concentración de iones fosfatos que se hallen en la solución, si otros factores no lo están limitando, el crecimiento según ZAVALA (2007), será proporcional a las cantidades de fósforo absorbido por la planta.

Es importante mencionar que la literatura reporta que el abono orgánico bocashi contiene gran cantidad de sustancias como vitaminas, enzimas, hormonas, entre otras, las cuales de acuerdo a Tabora (1999), citado por GÓMEZ (2001), pueden ser utilizadas por las semillas y posteriormente por las plántulas como estimuladoras del crecimiento.

## 4.2. Diámetro de tallo

De acuerdo al Cuadro 9, realizado el análisis de varianza se encontró que existen diferencias significativas entre los tratamientos en estudio para la variable diámetro de tallo a los 60, 90 y 120 días después del trasplante (ddt). Asimismo, los valores de los coeficientes de variabilidad alcanzaron valores menores al 10 %, los cuales expresan que existió excelente homogeneidad de dispersión de los datos entre todos los tratamientos en estudio.

**Cuadro 11.** Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo en plantones evaluado a los 60, 90 y 120 días después del trasplante (ddt).

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios					
		60 ddt	Sig.	90 ddt	Sig.	120 ddt	Sig.
Tratamientos	12	0.10	S	0.76	S	4.52	S
Error experimental	247	0.01		0.03		0.10	
Total	259						
C.V. (%)		4.50		5.67		8.16	

S : Existe diferencias estadísticas al 5 % de probabilidad.

De acuerdo a la prueba de Duncan para un nivel de significación de  $\alpha = 0.05$  (Cuadro 12) con relación al promedio del diámetro de tallo, el tratamiento T<sub>4</sub> (Humus 5:1) alcanzó el mayor promedio a los 60 ddt logrando 2.60 mm, a los 90 y 120 ddt, el tratamiento T<sub>1</sub> (Bocashi 5:1) alcanzó el mayor promedio con 3.25 y 4.45 mm respectivamente. El tratamiento T<sub>9</sub> (Gallinaza 1:1) fue el que logró menor promedio a los 60 y 120 días después del trasplante con promedios de 2.33 y 2.77 mm respectivamente; y a los 90 días, el que logró menor promedio fue el T<sub>13</sub> (Testigo) con 2.59 mm.

**Cuadro 12.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable diámetro de tallo en plántones de café evaluado a los 60, 90 y 120 días después del trasplante (ddt).

60 ddt				90 ddt				120 ddt			
Tratamientos	mm	Sig.		Tratamientos	mm	Sig.		Tratamientos	mm	Sig.	
T <sub>4</sub>	Humus (5:1)	2.60	a	T <sub>1</sub>	Bocashi (5:1)	3.25	A	T <sub>1</sub>	Bocashi (5:1)	4.45	a
T <sub>1</sub>	Bocashi (5:1)	2.56	ab	T <sub>12</sub>	Estiércol V (1:1)	3.14	b	T <sub>11</sub>	Estiércol V (3:1)	4.36	a
T <sub>2</sub>	Bocashi (3:1)	2.56	ab	T <sub>4</sub>	Humus (5:1)	3.10	bc	T <sub>3</sub>	Bocashi (1:1)	4.10	b
T <sub>7</sub>	Gallinaza (5:1)	2.55	ab	T <sub>2</sub>	Bocashi (3:1)	3.08	bc	T <sub>2</sub>	Bocashi (3:1)	4.08	b
T <sub>5</sub>	Humus (3:1)	2.55	ab	T <sub>5</sub>	Humus (3:1)	3.06	bc	T <sub>12</sub>	Estiércol V (1:1)	4.05	b
T <sub>11</sub>	Estiércol V (3:1)	2.51	bc	T <sub>11</sub>	Estiércol V (3:1)	3.05	bc	T <sub>5</sub>	Humus (3:1)	3.97	b
T <sub>3</sub>	Bocashi (1:1)	2.51	bc	T <sub>3</sub>	Bocashi (1:1)	3.05	bc	T <sub>10</sub>	Estiércol V (5:1)	3.95	b
T <sub>8</sub>	Gallinaza (3:1)	2.49	bc	T <sub>7</sub>	Gallinaza (5:1)	3.04	bc	T <sub>8</sub>	Gallinaza (3:1)	3.90	b
T <sub>12</sub>	Estiércol V (1:1)	2.49	bc	T <sub>10</sub>	Estiércol V (5:1)	3.03	bc	T <sub>7</sub>	Gallinaza (5:1)	3.88	b
T <sub>10</sub>	Estiércol V (5:1)	2.48	bc	T <sub>8</sub>	Gallinaza (3:1)	2.99	c	T <sub>4</sub>	Humus (5:1)	3.88	b
T <sub>6</sub>	Humus (1:1)	2.45	c	T <sub>6</sub>	Humus (1:1)	2.83	d	T <sub>6</sub>	Humus (1:1)	3.55	c
T <sub>13</sub>	Testigo	2.44	c	T <sub>9</sub>	Gallinaza (1:1)	2.61	e	T <sub>13</sub>	Testigo	3.04	d
T <sub>9</sub>	Gallinaza (1:1)	2.33	d	T <sub>13</sub>	Testigo	2.59	e	T <sub>9</sub>	Gallinaza (1:1)	2.77	e

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

Según los resultados obtenidos en la investigación, el tratamiento T<sub>1</sub> (Bocashi 5:1) alcanzó el mayor crecimiento promedio de altura de planta con 20.62 cm (Cuadro 10). Con referencia al diámetro de tallo, también el tratamiento T<sub>1</sub> (Bocashi 5:1) alcanzó el mayor crecimiento promedio, con 4.45 mm. El diámetro del tallo es un parámetro importante para todo tipo de cultivo puesto que en él se acumulan los nutrientes obtenidos durante la fotosíntesis.

El efecto significativo en esta variable se debe a los factores ambientales y nutricionales del suelo, el grosor del tallo depende de la variedad, las condiciones ambientales y nutricionales del suelo. Uno de los elementos importantes que influyen en el diámetro del tallo, de acuerdo a TORRES (1993), es la aplicación de nitrógeno, ya que le ayuda con su crecimiento y grosor.

El Bocashi, según NÚÑEZ (2000), es un abono orgánico fermentado que mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Una de las características es conservar la humedad, mejora el balance hídrico. Dentro del aporte químico regula el pH, la CIC favorece la fertilidad fosfatada del suelo y como aporte biológico favorece la respiración radicular, regula la actividad microbiológica, entre otros aportes más para el beneficio de la planta.

La relación (C/N) determina la rapidez con que la materia orgánica es descompuesta y los compuestos carbonados son mineralizados por parte de los microorganismos, esto se explica debido a que el nitrógeno provee de energía a los microorganismos, por eso se determina que en sustratos con un alto contenido de nitrógeno según NÚÑEZ (2000), la materia orgánica fresca se descompone más rápido, en cambio cuando el nitrógeno es bajo, la descomposición es lenta, por lo que la relación C/N dependerá de la materia orgánica en descomposición.

### 4.3. Número de hojas

De acuerdo al Cuadro 13, realizado el análisis de varianza se encontró que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio para la variable número de hojas por planta a los 60, 90 y 120 días después del trasplante. Los valores de los coeficientes de variabilidad alcanzaron valores menores al 10 %, los cuales expresan que existió excelente homogeneidad de dispersión de los datos entre todos los tratamientos en estudio.

**Cuadro 13.** Análisis de varianza para la variable número de hojas en plantones evaluado a los 60, 90 y 120 días después del trasplante.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios					
		60 ddt	Sig.	90 ddt	Sig.	120 ddt	Sig.
Tratamientos	12	7.91	S	13.72	S	29.25	S
Error experimental	247	0.72		0.47		0.70	
Total	259						
C.V. (%)		17.98		8.61		7.12	

S : Existe diferencias estadísticas al 5 % de probabilidad.

De acuerdo a la prueba de Duncan para un nivel de significación de  $\alpha = 0.05$  (Cuadro 14), el tratamiento T<sub>11</sub> (Estiércol de vacuno 3:1) alcanzó el mayor promedio con 12.85 hojas por planta, seguido de los tratamientos T<sub>8</sub> (Gallinaza 3:1), T<sub>3</sub> (Bocashi 1:1), T<sub>12</sub> (Estiércol de vacuno 1:1), T<sub>1</sub> (Bocashi 5:1), T<sub>7</sub> (Gallinaza 5:1), los cuales se comportaron en forma similar entre ellos; el tratamiento T<sub>13</sub> (Testigo) logró menor número de hojas por planta durante la investigación con tan solo 8.25 hojas por planta en promedio.

**Cuadro 14.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable número de hojas por plana de café evaluado a los 60, 90 y 120 días después del trasplante (ddt).

60 ddt				90 ddt				120 ddt			
Tratamientos	Hojas	Sig.		Tratamientos	Hojas	Sig.		Tratamientos	Hojas	Sig.	
T <sub>1</sub> Bocashi (5:1)	5.70	a		T <sub>1</sub> Bocashi (5:1)	8.70	a		T <sub>11</sub> Estiércol V (3:1)	12.85	a	
T <sub>11</sub> Estiércol V (3:1)	5.70	a		T <sub>11</sub> Estiércol V (3:1)	8.60	ab		T <sub>3</sub> Bocashi (1:1)	12.50	ab	
T <sub>5</sub> Humus (3:1)	5.30	ab		T <sub>3</sub> Bocashi (1:1)	8.50	abc		T <sub>8</sub> Gallinaza (3:1)	12.50	ab	
T <sub>6</sub> Humus (1:1)	5.00	bc		T <sub>6</sub> Humus (1:1)	8.35	abc		T <sub>1</sub> Bocashi (5:1)	12.30	ab	
T <sub>2</sub> Bocashi (3:1)	4.90	bc		T <sub>2</sub> Bocashi (3:1)	8.30	abc		T <sub>7</sub> Gallinaza (5:1)	12.30	ab	
T <sub>3</sub> Bocashi (1:1)	4.90	bc		T <sub>12</sub> Estiércol V (1:1)	8.20	bc		T <sub>12</sub> Estiércol V (1:1)	12.30	ab	
T <sub>4</sub> Humus (5:1)	4.65	cd		T <sub>4</sub> Humus (5:1)	8.10	c		T <sub>2</sub> Bocashi (3:1)	12.10	b	
T <sub>8</sub> Gallinaza (3:1)	4.50	cde		T <sub>5</sub> Humus (3:1)	8.10	c		T <sub>4</sub> Humus (5:1)	12.00	b	
T <sub>12</sub> Estiércol V (1:1)	4.45	cde		T <sub>7</sub> Gallinaza (5:1)	8.10	c		T <sub>5</sub> Humus (3:1)	12.00	b	
T <sub>7</sub> Gallinaza (5:1)	4.30	de		T <sub>8</sub> Gallinaza (3:1)	8.00	c		T <sub>6</sub> Humus (1:1)	12.00	b	
T <sub>10</sub> Estiércol V (5:1)	4.20	de		T <sub>10</sub> Estiércol V (5:1)	8.00	c		T <sub>10</sub> Estiércol V (5:1)	11.90	b	
T <sub>13</sub> Testigo	4.00	ef		T <sub>9</sub> Gallinaza (1:1)	6.30	d		T <sub>9</sub> Gallinaza (1:1)	9.90	c	
T <sub>9</sub> Gallinaza (1:1)	3.60	f		T <sub>13</sub> Testigo	6.00	d		T <sub>13</sub> Testigo	8.50	d	

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

El mayor número de hojas alcanzado por el tratamiento T<sub>11</sub> (Estiércol de vacuno 3:1) 12.85 hojas es un evento favorable para el desarrollo de los plantones, en vista de que la actividad fotosintética y el crecimiento están estrechamente relacionados, ya que según PANDURO (2017), la cantidad de fotosíntesis que una planta realiza depende de la superficie de la hoja u órganos fotosintéticos que posea y de la actividad fotosintética por unidad de área de estos tejidos.

Al final de la investigación 120 días después del trasplante se encontró mayor número de hojas en el tratamiento T<sub>11</sub> (Estiércol de vacuno 3:1) con un promedio de 12.85 hojas, pero en las variables altura planta y diámetro de tallo el tratamiento T<sub>11</sub> (Estiércol de vacuno 3:1) ocupó el segundo lugar con 20.06 cm y 4.36 mm respectivamente. Cervantes (2004), citado por VALDIVIESO (2017), indica que el número promedio de hojas presentado por efecto del abono orgánico depende del manejo y descomposición de la materia orgánica; además, de acuerdo a JULCA *et al.* (2006), mencionan que la descomposición de materia orgánica libera ciertas sustancias nutritivas; con una abundante provisión de compuestos nitrogenados que quedan a disposición de las plantas lo cual favorece en el incremento de número de hojas y área foliar de la planta.

Cuando la relación C/N es alta, significa que hay mucha energía y poco nitrógeno, prácticamente todo el N liberado es tomado por los microorganismos del suelo, quedando muy poco libre para ser utilizado por las plantas. Cuando la relación C/N es baja significa que hay mucho nitrógeno y poca energía. Una parte del nitrógeno liberado es tomada por los microorganismos y el resto es incorporado al suelo y puede ser absorbido por las plantas. El estiércol de vacuno

tiene buena relación de C/N, es por ello que este abono orgánico sufrió una mineralización adecuada, generando nutrientes disponibles para los plantones de café evidenciándose superior frente a los más abonos orgánicos.

#### 4.4. Longitud radicular

De acuerdo al Cuadro 15, realizado el análisis de varianza se encontró que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio para la variable longitud radicular por planta de café a los 120 días después del trasplante. El valor del coeficiente de variabilidad fue menor al 10 %, expresando que existió excelente homogeneidad de dispersión de los datos entre todos los tratamientos en estudio.

**Cuadro 15.** Análisis de varianza para la variable longitud radicular por planta.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Cuadrado medios	Sig.
Tratamientos	12	48.18	S
Error experimental	52	3.03	
Total	64		
C.V. (%)	7.58		

S : Existe diferencias estadísticas al 5 % de probabilidad.

De acuerdo a la prueba de Duncan para un nivel de significación de  $\alpha = 0.05$  con relación al promedio de longitud radicular (Cuadro 16), el tratamiento T<sub>11</sub> (Estiércol de vacuno 3:1) alcanzó el mayor promedio con 26.5 cm, lo cual nos indica que es mejor con respecto a los demás tratamientos en estudio; cabe mencionar que el estiércol de vacuno contiene elementos como el nitrógeno que es favorable para el crecimiento de los plantones. Lo contrario ocurre con el

tratamiento T<sub>9</sub> (Gallinaza 1:1) el cual logró un desarrollo menor en longitud radicular con una longitud de 13.80 cm; cabe recalcar que las raíces de las plantas de este tratamiento, pasó por un proceso de quemaduras de raíz al principio de la investigación debido a la alta concentración sales que posee la Gallinaza, lo cual afectó el normal desarrollo radicular de los plantones.

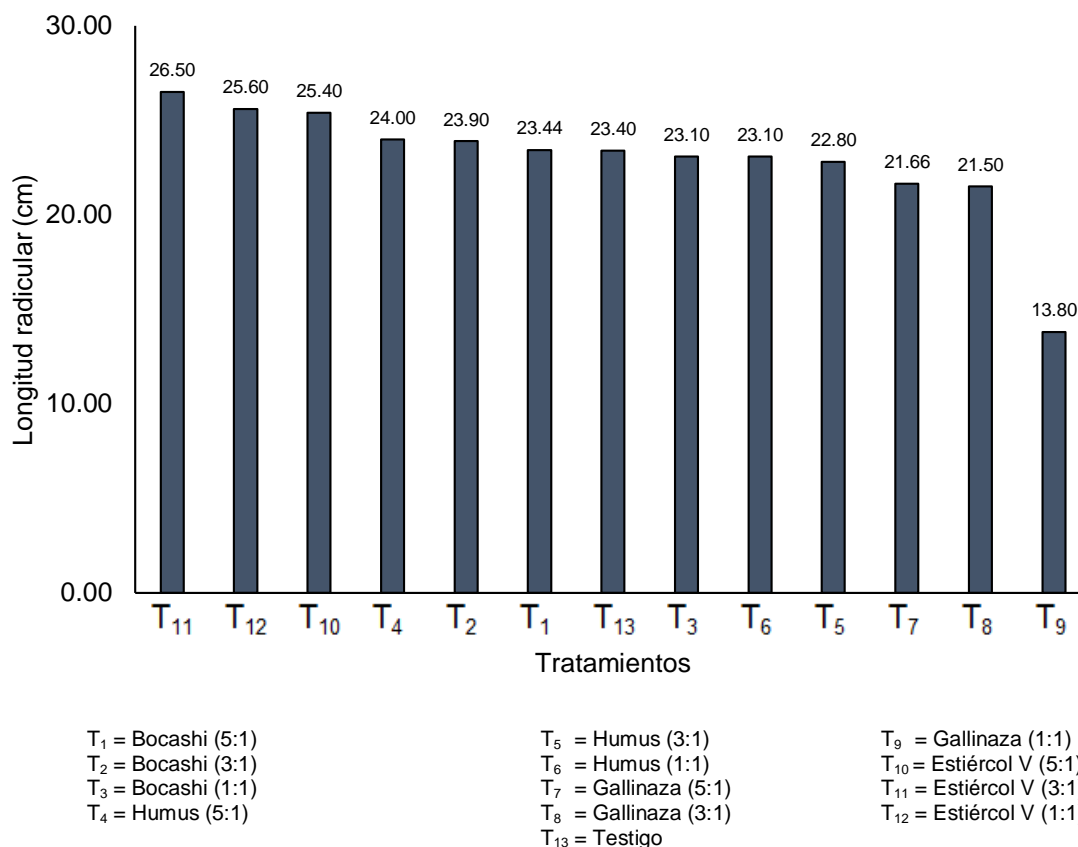
**Cuadro 16.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable longitud radicular por planta de café.

Tratamientos		Longitud radicular	
		cm	Sig.
T <sub>11</sub>	Estiércol V (3:1)	26.50	a
T <sub>12</sub>	Estiércol V (1:1)	25.60	ab
T <sub>10</sub>	Estiércol V (5:1)	25.40	ab
T <sub>4</sub>	Humus (5:1)	24.00	bc
T <sub>2</sub>	Bocashi (3:1)	23.90	bc
T <sub>1</sub>	Bocashi (5:1)	23.44	bc
T <sub>13</sub>	Testigo	23.40	bc
T <sub>3</sub>	Bocashi (1:1)	23.10	bc
T <sub>6</sub>	Humus (1:1)	23.10	bc
T <sub>5</sub>	Humus (3:1)	22.80	c
T <sub>7</sub>	Gallinaza (5:1)	21.66	c
T <sub>8</sub>	Gallinaza (3:1)	21.50	c
T <sub>9</sub>	Gallinaza (1:1)	13.80	d

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

De acuerdo a la anotación hecha por Tisdale y Nelson (1991), citado por ALALUNA y VILLAGARCÍA (2000), cuando los nutrientes llegan al suelo, especialmente el nitrógeno y potasio, por la solubilidad que poseen estimulan la penetración y proliferación de raíces, acelerando la división, ramificación y aumento de reguladores de crecimiento. Por su parte, BALAGUER (1999), indica que el exceso de compactación puede afectar a las propiedades físicas,

químicas y biológicas del sustrato. Lo cual nos indica cuán importante es tener un sustrato con características físico - químicas ideales para el desarrollo de la raíz y pueda captar sus nutrientes y tener un buen desarrollo de la parte aérea.



**Figura 3.** Efecto de los abonos orgánicos sobre la variable longitud radicular por planta de café.

#### 4.5. Volumen radicular

De acuerdo al Cuadro 17, realizado el análisis de varianza se encontró que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio para la variable volumen radicular por planta de café a los 120 días después del trasplante. El valor del coeficiente de variabilidad fue igual a 22.72 %, indicando que existe una regular homogeneidad entre las unidades experimentales de los tratamientos en estudio.

**Cuadro 17.** Análisis de varianza para la variable volumen radicular por planta.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Cuadrado medios	Sig.
Tratamientos	12	20.48	S
Error experimental	52	1.96	
Total	64		
C.V. (%)	22.72		

S : Existe diferencias estadísticas al 5 % de probabilidad.

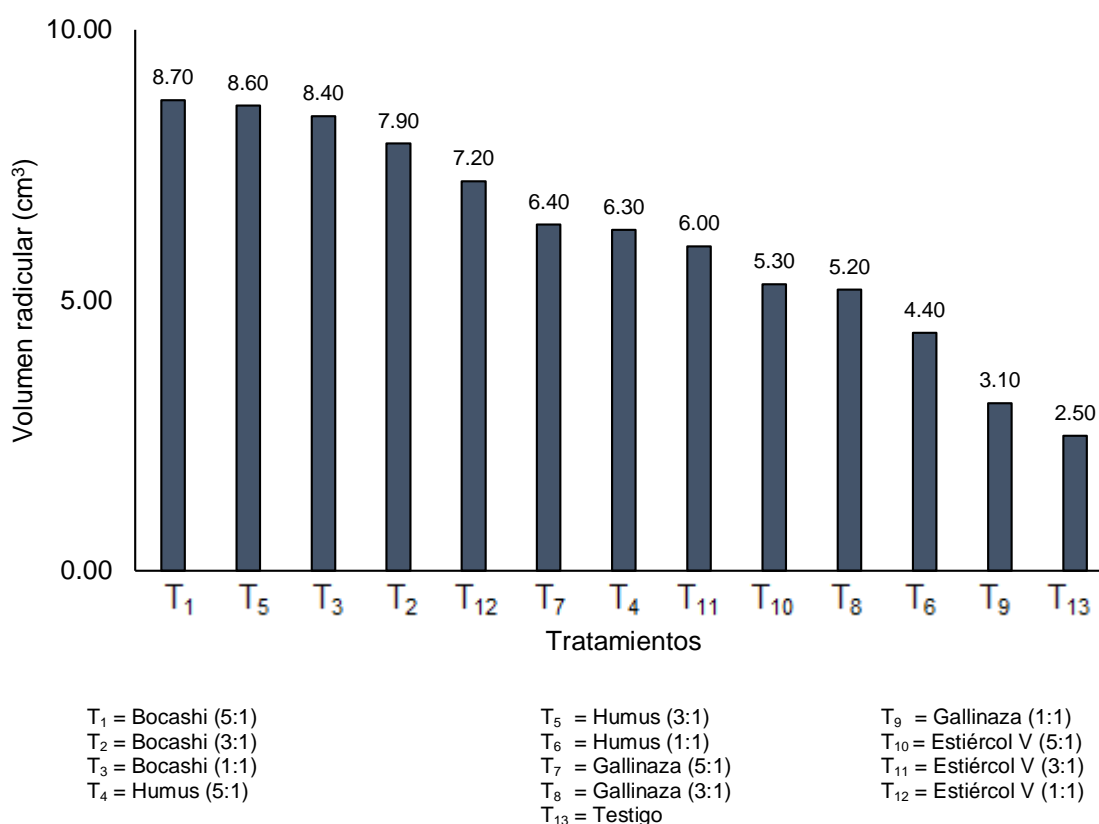
En el Cuadro 18, se detalla que de acuerdo a la prueba de Duncan para un nivel de significación de  $\alpha = 0.05$  con relación al promedio del volumen de raíces, los tratamientos T<sub>1</sub> (Bocashi 5:1) y T<sub>5</sub> (Humus 3:1) alcanzaron los mayores promedios de 8.70 y 8.60 cm<sup>3</sup> respectivamente.

**Cuadro 18.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable volumen radicular por planta de café.

Tratamientos	Volumen radicular	
	cm <sup>3</sup>	Sig.
T <sub>1</sub> Bocashi (5:1)	8.70	a
T <sub>5</sub> Humus (3:1)	8.60	a
T <sub>3</sub> Bocashi (1:1)	8.40	a
T <sub>2</sub> Bocashi (3:1)	7.90	ab
T <sub>12</sub> Estiércol V (1:1)	7.20	abc
T <sub>7</sub> Gallinaza (5:1)	6.40	bcd
T <sub>4</sub> Humus (5:1)	6.30	bcd
T <sub>11</sub> Estiércol V (3:1)	6.00	bcd
T <sub>10</sub> Estiércol V (5:1)	5.30	cd
T <sub>8</sub> Gallinaza (3:1)	5.20	cd
T <sub>6</sub> Humus (1:1)	4.40	de
T <sub>9</sub> Gallinaza (1:1)	3.10	ef
T <sub>13</sub> Testigo	2.50	f

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

El tratamiento T<sub>13</sub> (Testigo) fue el que logró menor volumen de raíces 2.50 cm<sup>3</sup> y el tratamiento T<sub>9</sub> (Gallinaza 1:1) también logró menor volumen ya que sufrió quemaduras de raíces al inicio de la investigación lo que es corroborado por JORDAN (2006), quien señala que la inclusión de elevadas tasas de abonamiento a un sustrato, afecta adversamente a las plantas en especial a la raíz quemándolas por completo. La importancia radica en que las plántulas con sistemas radicales grandes favorecen la absorción de agua y nutrientes, manteniendo un adecuado balance hídrico. Un buen sistema radical deberá ser abundante y bien ramificado y con raíces laterales en crecimiento, ya que según CANO y CETINA (2004), las plantas con un mayor volumen de raíz logran tolerar adecuadamente el estrés hídrico al momento del trasplante al campo.



**Figura 4.** Efecto de los abonos orgánicos sobre la variable volumen radicular por planta de café.

#### 4.6. Área foliar

De acuerdo al Cuadro 19, realizado el análisis de varianza se encontró que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio para la variable área foliar por planta a los 120 días después del trasplante. El valor del coeficiente de variabilidad fue igual a 13.07 %, indicando que existió muy buena homogeneidad de dispersión de los datos para esta variable.

**Cuadro 19.** Análisis de varianza para la variable área foliar del planta.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Cuadrado medios	Sig.
Tratamientos	12	60072.07	S
Error experimental	52	2332.10	
Total	64		
C.V. (%)	13.07		

S : Existe diferencias estadísticas al 5 % de probabilidad.

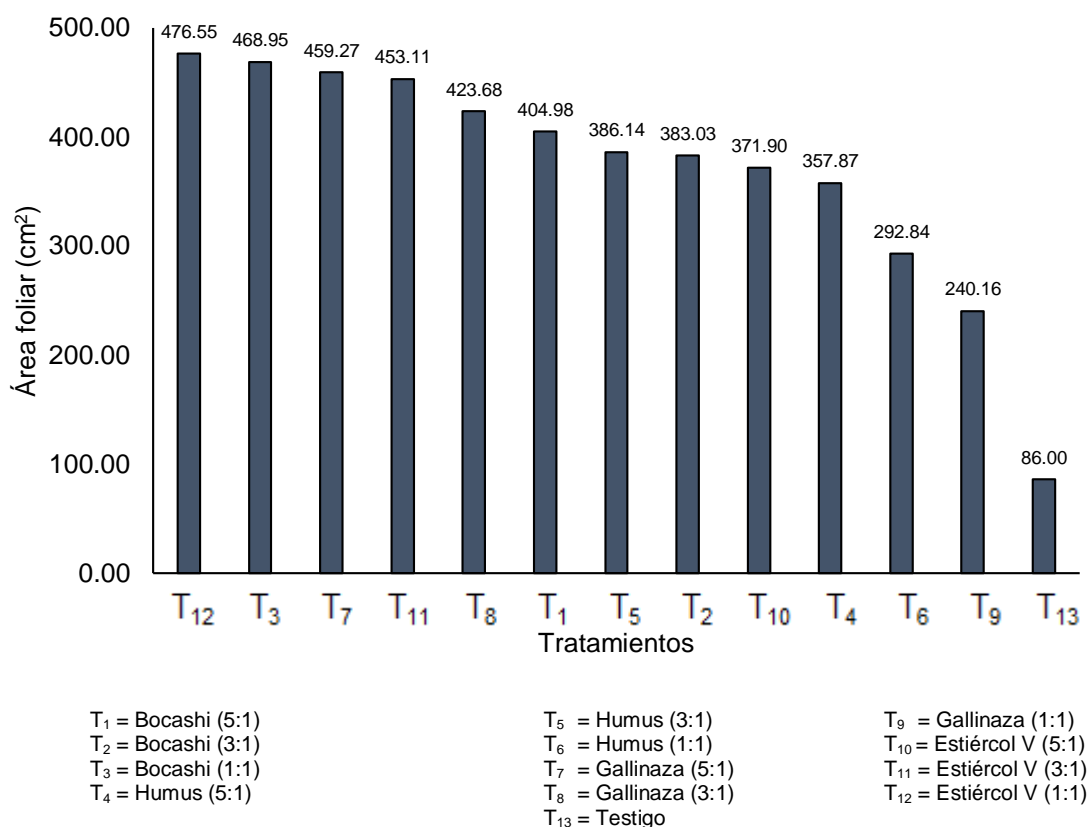
De acuerdo a la prueba de Duncan para un nivel de significación de  $\alpha = 0.05$  con relación al promedio de área foliar (Cuadro 20), los tratamientos T<sub>12</sub> (Estiércol de vacuno 1:1) y T<sub>3</sub> (Bocashi 1:1) alcanzaron los mayores promedios de 476.55 y 468.95 cm<sup>2</sup> respectivamente, en grado altamente significativo, estos mayores valores de área foliar obtenidos en los tratamientos tuvieron una mayor actividad fotosintética laminar. Los resultados obtenidos con los tratamientos T<sub>3</sub> (Bocashi 1:1) y T<sub>13</sub> (Testigo), difieren por el contenido de materia orgánica, ya que el Bocashi contiene sustancias como vitaminas, enzimas, hormonas propias del Bocashi, lo cual permite que dichos elementos químicos tienen influencia directa en el desarrollo de los plantones de café (*Coffea arabica* L.).

**Cuadro 20.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable área foliar por planta.

	Tratamientos	Área foliar	
		cm <sup>2</sup>	Sig.
T <sub>12</sub>	Estiércol V (1:1)	476.55	a
T <sub>3</sub>	Bocashi (1:1)	468.95	ab
T <sub>7</sub>	Gallinaza (5:1)	459.27	ab
T <sub>11</sub>	Estiércol V (3:1)	453.11	ab
T <sub>8</sub>	Gallinaza (3:1)	423.68	abc
T <sub>1</sub>	Bocashi (5:1)	404.98	bc
T <sub>5</sub>	Humus (3:1)	386.14	c
T <sub>2</sub>	Bocashi (3:1)	383.03	c
T <sub>10</sub>	Estiércol V (5:1)	371.90	c
T <sub>4</sub>	Humus (5:1)	357.87	c
T <sub>6</sub>	Humus (1:1)	292.84	d
T <sub>9</sub>	Gallinaza (1:1)	240.16	d
T <sub>13</sub>	Testigo	86.00	e

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

Para todos los tratamientos, la mayor área foliar por planta se presentó a los 120 días después del trasplante, época en la que también se observaron los máximos valores en el número de hojas. Esta situación es favorable para un mejor crecimiento y desarrollo de la planta, el cual contribuye a obtener más altos rendimientos ya que la tasa fotosintética se incrementará, a medida que se desarrolla la planta de café, las hojas se vuelven más complejas y por lo tanto más funcionales. Cabe recalcar, que el desarrollo del área foliar en las especies vegetales depende también de la densidad de plantas en una área determinado; es decir, que en plantaciones con altas densidades habrá menor desarrollo foliar, donde primará la etiolación de plantas, debido a la competencia por la luz.



**Figura 5.** Efecto de los abonos orgánicos sobre la variable área foliar por planta de café.

El área foliar de las plantas propagadas por el tratamiento T<sub>12</sub> (Estiércol de vacuno 1:1) fue superior, esto puede ser debido al nitrógeno que presenta en forma asimilable, Uhart (1995), citado por ARRIBASPLATA (2012), afirma que el efecto del nitrógeno sobre el desarrollo, crecimiento y rendimiento de las plantas, la cual puede afectar las tasas de aparición y expansión foliar modificando el área foliar y la intercepción de la radiación solar por el cultivo. Deficiencias severas de nitrógeno no disminuyeron el número de hojas por planta y redujeron principalmente la tasa de expansión foliar con un leve impacto sobre la tasa de aparición foliar. Asimismo, Binkley (1993), citado por ROJAS (2015), añade que las hojas aumentan la actividad fotosintética cuando aumentan los niveles de clorofila, los árboles pueden expandir su dosel, o bien puede cambiar la

distribución de los productos fotosintéticos; también autores como POORTER y NOGEL (2000), señalaron que las plantas que crecen bajo condiciones de alta disponibilidad de nutrientes aumentan la tasa fotosintética por unidad de masa foliar. Una alta disponibilidad de nutrientes provoca la absorción de nutrientes por unidad de biomasa foliar.

#### 4.7. Materia seca

De acuerdo al Cuadro 21, realizado el análisis de varianza se encontró que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio para la variable materia seca de la planta de café a los 120 días después del trasplante. El valor del coeficiente de variabilidad fue igual a 8.35 %, indicando que hubo excelente homogeneidad de dispersión de los datos para esta variable.

**Cuadro 21.** Análisis de varianza para la variable materia seca de la planta.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Cuadrado medios	Sig.
Tratamientos	12	9.75	S
Error experimental	52	3.40	
Total	64		
C.V. (%)	8.35		

S : Existe diferencias estadísticas al 5 % de probabilidad.

De acuerdo a la prueba de Duncan para un nivel de significación de  $\alpha = 0.05$  (Cuadro 22) con relación al promedio de la materia seca de la planta de café, los tratamientos T<sub>5</sub> (Humus 3:1) y T<sub>11</sub> (Estiércol de vacuno 3:1) alcanzaron los mayores promedios de 24.80 y 24.22 % respectivamente. El tratamiento T<sub>9</sub> (Gallinaza 1:1) fue el que logró un promedio menor en materia seca 20.17 %.

**Cuadro 22.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable materia seca de la planta de café.

	Tratamientos	Materia seca	
		%	Sig.
T <sub>5</sub>	Humus (3:1)	24.80	a
T <sub>11</sub>	Estiércol V (3:1)	24.22	ab
T <sub>4</sub>	Humus (5:1)	23.54	abc
T <sub>10</sub>	Estiércol V (5:1)	22.55	abcd
T <sub>1</sub>	Bocashi (5:1)	22.43	abcd
T <sub>12</sub>	Estiércol V (1:1)	21.84	bcd
T <sub>6</sub>	Humus (1:1)	21.81	bcd
T <sub>2</sub>	Bocashi (3:1)	21.67	bcd
T <sub>8</sub>	Gallinaza (3:1)	21.58	bcd
T <sub>7</sub>	Gallinaza (5:1)	21.08	cd
T <sub>13</sub>	Testigo	20.80	d
T <sub>3</sub>	Bocashi (1:1)	20.63	d
T <sub>9</sub>	Gallinaza (1:1)	20.17	d

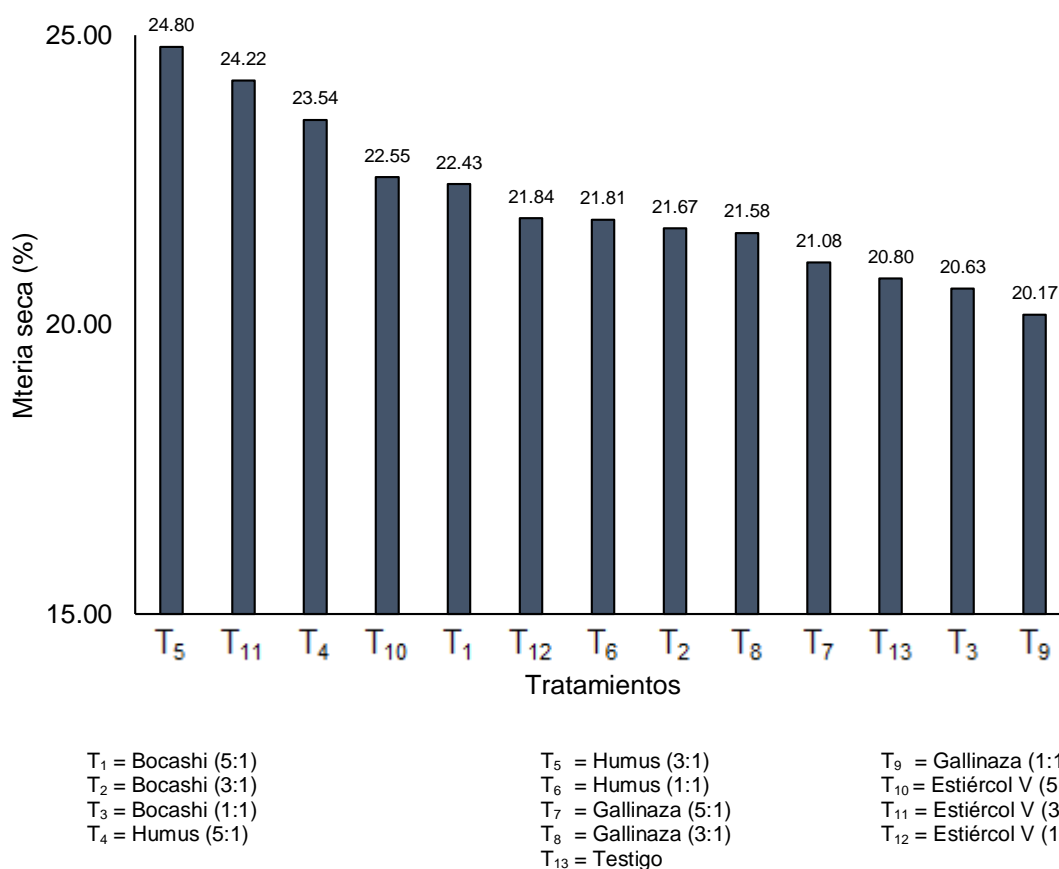
Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

Los tratamientos T<sub>5</sub> (Humus 3:1) y T<sub>11</sub> (Estiércol de vacuno 3:1) también destacaron como mejores en variables como altura, diámetro, número de hojas, longitud de raíces y área foliar es por ello que logran obtener mayor materia seca, lo contrario pasa con el tratamiento T<sub>9</sub> (Gallinaza 1:1) el cual tiene poca cantidad de raíces en el medio porque sufrió quemaduras; conforme aumenta su número, aumenta la capacidad para absorber agua y nutrientes disponibles en el sustrato, incrementando así su tasa de crecimiento obteniendo plántones más vigorosos que se expresarán en mayor materia seca.

Los caracteres que más influyeron sobre el peso seco de las plantas fueron el número de hojas/planta, la altura de la planta y el diámetro del tallo, un

incremento de estos caracteres conlleva a un aumento del peso seco de los plántones. Lo mencionado anteriormente es corroborado por BOSCHINI (2001), al indicar que, este comportamiento se debe a que a medida que la planta crece también va incrementar su macollaje y consecuentemente su producción de biomasa, lo cual se puede observar en el experimento.

Por su parte, JORDAN (2006), indica que, mediante el empleo de materia orgánica se llega a lograr un desarrollo satisfactorio, buena producción celular y formación de tejidos, por acción del ácido indol - acético y giberélico. Esto indica que al aumentar el potasio va a permitir el crecimiento de la planta de café, así como la mayor formación de tejidos, favoreciendo el incremento de materia seca.



**Figura 6.** Efecto de los abonos orgánicos sobre la variable materia seca de la planta de café.

#### **4.8. Análisis de rentabilidad o relación beneficio/costo**

En el Cuadro 23, se presenta el resumen del análisis de económico que corresponden a los costos en la producción de plantones de café para una hectárea para los tratamientos en estudio, con una tendencia a incrementarse a razón de mayor uso de abono orgánico y tiempo de permanencia en vivero.

Se puede concluir que los tratamientos T<sub>4</sub> (Humus 5:1), T<sub>7</sub> (Gallinaza 5:1), T<sub>10</sub> (Estiércol de vacuno 5:1) y T<sub>1</sub> (Bocashi 5:1) presentan los valores más altos de B/C (=1.65), debido a que se empleó menor proporción de abonos orgánicos por tonelada de sustrato en la preparación de dichos tratamientos y la duración en vivero fue de 4 meses, por ende presentan un menor costo y mayor beneficio/costo de producción, así mismo se logrará una mayor utilidad de S/981.97. Los tratamientos T<sub>6</sub> (Humus 1:1), T<sub>9</sub> (Gallinaza 1:1), T<sub>12</sub> (Estiércol de vacuno 1:1) y T<sub>3</sub> (Bocashi 1:1) obtuvieron los menores valores de B/C (=1.32), este valor fue determinado debido al costo en mano de obra y mantenimiento del vivero a un mayor tiempo, ya que posteriormente serán trasladados a campo definitivo a partir del sexto mes, cuando las plantas obtengan los 6 pares de hojas, de tal modo la utilidad alcanzada será menor (S/599.8).

Además, podemos observar que el tratamiento T<sub>13</sub> (Testigo: 10:0), presenta índice de B/C relativamente alto de 1.87, debido también al bajo costo en la obtención de este producto, alcanzando una utilidad de S/1162.3. En el análisis económico, podemos observar que los índices B/C en todos los tratamientos es mayor que uno, es decir las inversiones en todos los tratamientos, muestran rendimientos positivos, lo que nos estaría indicando que se podría trabajar con cualquiera de ellos; pero, es necesario tener en cuenta las mayores utilidades.

**Cuadro 23.** Análisis de beneficio y costo (B/C) de los tratamientos en estudio.

Tratamientos		Cantidad (t/ha)			Costo (S/)			
Clave	Descripción	Tierra	Abono	Sustrato	T.P.V.	Producción	Utilidad	Relación (B/C)
T <sub>4</sub>	Humus (5:1)	4.08	0.82	355.33	4.00	1518.03	981.97	1.65
T <sub>5</sub>	Humus (3:1)	3.56	1.19	433.33	4.00	1596.03	903.97	1.57
T <sub>6</sub>	Humus (1:1)	2.50	2.50	737.50	4.00	1900.20	599.80	1.32
T <sub>7</sub>	Gallinaza (5:1)	4.08	0.82	355.33	4.00	1518.03	981.97	1.65
T <sub>8</sub>	Gallinaza (3:1)	3.56	1.19	433.33	4.00	1596.03	903.97	1.57
T <sub>9</sub>	Gallinaza (1:1)	2.50	2.50	737.50	4.00	1900.20	599.80	1.32
T <sub>10</sub>	Estiércol V (5:1)	4.08	0.82	355.33	4.00	1518.03	981.97	1.65
T <sub>11</sub>	Estiércol V (3:1)	3.56	1.19	433.33	4.00	1596.03	903.97	1.57
T <sub>12</sub>	Estiércol V (1:1)	2.50	2.50	737.50	4.00	1900.20	599.80	1.32
T <sub>1</sub>	Bocashi (5:1)	4.08	0.82	355.33	4.00	1518.03	981.97	1.65
T <sub>2</sub>	Bocashi (3:1)	3.56	1.19	433.33	4.00	1596.03	903.97	1.57
T <sub>3</sub>	Bocashi (1:1)	2.50	2.50	737.50	4.00	1900.20	599.80	1.32
T <sub>13</sub>	Testigo	5.00	-	175.00	4.00	1337.70	1162.30	1.87

T.P.V: Tiempo de permanencia en el vivero.

## V. CONCLUSIONES

1. El mejor abono orgánico para la producción de plántones de café bajo condiciones de vivero es el Bocashi. Donde los mejores resultados se obtuvieron con la proporción (5:1) del tratamiento de T<sub>1</sub> (Bocashi 5:1), el cual a los 120 días después del trasplante provocó el mayor crecimiento fisiológico en las variables de: altura de planta (20.62 cm), diámetro de tallo (4.45 cm) y volumen de radicular 8.70 cm<sup>3</sup>.
2. La mayor relación beneficio/costo (B/C = 1.65), se obtuvieron con los tratamientos T<sub>1</sub> (Bocashi 5:1), T<sub>7</sub> (Gallinaza 5:1), T<sub>10</sub> (Estiércol de vacuno 5:1), T<sub>4</sub> (Humus de lombriz 5:1), en comparación con los Tratamientos T<sub>3</sub> (Bocashi 1:1), T<sub>9</sub> (Gallinaza 1:1), T<sub>12</sub> (Estiércol de vacuno 1:1), T<sub>6</sub> (Humus de lombriz 1:1) que obtuvieron la menor relación beneficio/costo (B/C = 1.32).

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Incentivar el empleo del abono orgánico Bocashi en la proporción de 5:1 (tierra agrícola: abono orgánico) en la producción de plantones comerciales de café.
2. Los docentes de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, principalmente de la facultad de Agronomía del área Cultivos, deben promover a través de otras tesis la continuidad de las evaluaciones del comportamiento de los plantones de café ya instaladas en campo definitivo con la aplicación de abonos orgánicos, para determinar con claridad la influencia de la materia orgánica principalmente en el porcentaje de prendimiento.
3. Se debe impulsar trabajos de investigación para determinar las propiedades físicas y químicas de los abonos orgánicos, en principio las bondades del abono orgánico Bocashi como alternativa para la obtención de plantones de café de calidad a nivel de vivero.

## VII. RESUMEN

La investigación se estableció en el vivero productivo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva en la ciudad Tingo María, distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, región Huánuco, entre los meses de marzo a octubre del año 2013. Se adoptó el diseño completamente al azar con trece tratamientos incluyendo un testigo, empleando 20 unidades experimentales para cada tratamiento. Los resultados encontrados al final del experimento indican que el tratamiento T<sub>1</sub> (Bocashi 5:1) obtuvo la mayor altura de tallo con (20.62 cm), con respecto al diámetro de tallo el tratamiento T<sub>1</sub> (Bocashi 5:1) resultó con mayor diámetro (4.45 mm), en cuanto a número de hojas el tratamiento T<sub>11</sub> (Estiércol de vacuno 3:1) logró tener el mayor cantidad de hojas (12.85), el tratamiento que logro mayor longitud de raíces fue T<sub>11</sub> (Estiércol de vacuno 3:1) con (26.50 cm), con respecto al volumen de raíces el tratamiento que logro mejores resultados fue T<sub>1</sub> (Bocashi 5:1) con (8.70 cm<sup>3</sup>), en materia seca el tratamiento que obtuvo mejor resultado fue T<sub>5</sub> (Humus 3:1) con (24.80 g), en la variable área foliar el mejor resultado logro el tratamiento T<sub>12</sub> (Estiércol de vacuno 1:1) con un área de 476.55 cm<sup>2</sup>. En cuanto al análisis económico, los resultados indican relación B/C > 1, siendo los tratamientos T<sub>4</sub> (Humus 5:1), T<sub>7</sub> (Gallinaza 5:1), T<sub>10</sub> (Estiércol de vacuno 5:1), T<sub>1</sub> (Bocashi 5:1) presentan los valores más altos de B/C (1.65) con una utilidad de S/ 981.97.

## ABSTRACT

Research was established in the productive nursery of the Faculty of Agronomy of the Universidad Nacional Agraria de la Selva in Tingo Maria city, district Rupa Rupa province Leoncio Prado, Huanuco region, between the months of March to October 2013. It adopted the completely random design with thirteen treatments including a control, using 20 experimental units for each treatment. The results at the end of the experiment indicate that treatment T<sub>1</sub> (Bocashi 5:1) had the highest stem height with (20.62 cm), with respect to stem diameter T<sub>1</sub> treatment (Bocashi 5:1) was larger diameter ( 4.45 mm), in terms of number of leaves treatment T<sub>11</sub> (cow manure 3:1) able to have the greatest number of sheets (12.85), treatment achieving greater root length was T<sub>11</sub> (cow manure 3:1) with (26.50 cm), relative to the volume of roots treatment that performed better was T<sub>1</sub> (Bocashi 5:1) with (8.70 cm<sup>3</sup>) in dry matter treatment was achieved better was T<sub>5</sub> (Humus 3:1) with (24. 80 g), in the variable leaf area, the best result achieved treatment T<sub>12</sub> (cow dung 1:1) with an area of 476.55 cm<sup>2</sup>. As for the economic analysis, the results indicate B / C > 1, with the T<sub>4</sub> treatment (Humus 5: 1), T<sub>7</sub> (Gallinaza 5: 1), T<sub>10</sub> (Cow manure 5: 1), T<sub>1</sub> (Bocashi 5: 1) present the highest values of B/C (1.65) with a profit of S/981.97.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ALALUNA, E., y VILLAGARCÍA, S. 2000. Evaluación del efecto de fertilización, aplicación de estiércol y absorción de elementos en el rendimiento de la secuencia papa-kiwicha, evaluado mediante la técnica del elemento faltante. *Rev. Perú. Biol.* 7(2): 115-123.
2. ARRIBASPLATA, O. 2012. Respuesta del coco amarillo (*Cocos nucifera* L.) a diferentes dosis de NPK en sistemas agroforestales, Aucayacu. Tesis para optar título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables Mención Forestales. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 99 p.
3. BALAGUER, F. 1999. Los abonos orgánicos. Primera edición. Editorial R Vicente. Madrid, España. 35 p.
4. BENZING, A. 2001. Agricultura orgánica: fundamentos para la región andina. Editorial Neckar-Verlag, Villingen-Schwenningen, Alemania. 133 p.
5. BOSCHINI, C. 2001. Degradabilidad in situ de la materia seca, proteína y fibra del forraje de morera (*Morus alba*). *Agronomía Mesoamericana*, 12 (1): 79-87.
6. BRADY, N., and WEIL, .R. 2008. The nature and properties of soils. Pearson International Edition. New Jersey, EE.UU. 965 p.
7. CANO, A., y CETINA, M. 2004. Calidad de planta en vivero y prácticas que influyen en su producción. INIFAP–CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Folleto técnico N° 12. Coahuila, México. 24 p.

8. CANTARERO, R., y MARTÍNEZ, O. 2002. Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol de vacuno y un fertilizante mineral) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-6. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Pp. 12 – 14.
9. CASTILLO, M.; MONCADA, J., y COREA, W. 2014. Efecto de la incorporación de abonos orgánicos (compost y lombrihumus) al suelo de la finca Belén, Dipilto, periodo comprendido de mayo a noviembre de 2013. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. 77 p. [En línea]: (<https://goo.gl/sNpbju>, documento en pdf, revisado el 03 de mayo del 2018).
10. CIAO. 1999. Manejo Ecológico de Suelos. Centro Internacional de Agricultura Orgánica (CIAO). Pereira, Colombia. 32 p.
11. CUEVA, E. 2012. Proyecto de prefactibilidad para la exportación de pasta de cacao orgánico de Puerto Quito. Tesis para la obtención del título de Magister en Negocios Internacionales. Universidad Internacional del Ecuador. Quito, Ecuador. 144 p.
12. ESCALANTE, N. 2011. Efecto de abonos orgánicos en la obtención de plántones de dos variedades de café (*Coffea arabica* L.). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 118 p.
13. ESTRADA, M. 2005. Manejo y procesamiento de la gallinaza. Revista Lasallista de investigación, 2 (1): 43 – 48.

14. FIGUEROA, U.; NUÑEZ, G.; DELGADO, J.; CUETO, J., y FLORES, J. 2009. Estimación de la producción de estiércol y de la excreción de nitrógeno, fósforo y potasio por bovino lechero en la Comarca Lagunera. Agricultura orgánica. FAZ-UJED, SMCS. México. Pp. 128-151.
15. FIGUEROA, U.; CUETO, J.; DELGADO, J.; NÚÑEZ, G.; RETA, D.; QUIROGA, H.; FAZ, R., y MÁRQUEZ, J. 2010. Estiércol de bovino lechero sobre el rendimiento y recuperación aparente de nitrógeno en maíz forrajero. Terra Latinoamericana, 28 (4): 361 – 369.
16. GÓMEZ, F. 2001. Evaluación del bokashi como sustrato para semilleros en la región atlántica de Costa Rica. Trabajo de Graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo con el grado de Licenciatura. Universidad EARTH. Guácimo, Costa Rica. 42 p.
17. GUERRERO, J. 2012. Asistencia técnica dirigida en: Toma de muestras y recomendaciones de fertilización en cultivos tropicales. Guía técnica. AGROBANCO – Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú. 28 p.
18. JORDÁN, L. 2006. Manual del Suelo. Departamento de Cristalografía y Química Agrícola de la Universidad de Sevilla. España. 144 p. [En línea]: (<https://goo.gl/1ZhCDV>, documento en pdf, revisado el 03 de mayo del 2018).
19. JULCA, A.; MENESES, L.; BLAS, R., y BELLO, S. 2006. La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. IDESIA (Chile), 24 (1): 49-61.

20. LI, H.; HAN, Y., y ZUCONG, C. 2003. La mineralización del nitrógeno en los suelos de arroz de la región de Taihu de China, bajo condiciones anaerobias: Dinámica y ajuste del modelo. China. *Geoderma*, 115 (3-4): 161-175.
21. LONGORIA, C. 2000. Fertilización orgánica con estiércol bovino en diferentes fechas y dosis de aplicación en maíz blanco hualahuises. Tesis para optar título de Máster en Ciencias en Producción Agrícola. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 116 p.
22. MAG. 2001. Cuaderno de nuestra finca. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG). San José, Costa Rica. 152 p.
23. MARÍN, G. 2012. Producción de cafés especiales: Manual técnico. Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo (DESCO). Impresiones Roble Rojo Grupo de Negocios S.A.C. La Molina, Lima, Perú. Pp 13 – 21.
24. MÁRQUEZ, L.; FIGUEROA, U.; CUETO, J., y PALOMO, A. 2006. Eficiencia de recuperación de nitrógeno de estiércol bovino y fertilizante en una rotación sorgo – trigo para forraje. *Agrofaz*, 6 (1): 145-151.
25. MÉNDEZ, O.; LEÓN, N.; GUTIÉRREZ, F.; RINCÓN, R., y ALVAREZ, J. 2012. Efecto de la aplicación de humus de lombriz en el crecimiento y rendimiento de grano del cultivo de maíz. *Gayana Bot*, 69 (Número Especial): 49-54.
26. MENDOZA, V. 1996. Efecto de cuatro niveles de humus de lombriz, en el crecimiento inicial de la capirona *Calycophyllum spruceanum* (Benth), en suelos degradados de Tingo María. Tesis para optar el título de

Ingeniero en Recursos Naturales Renovables Mención Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 78 p.

27. MELÉNDEZ, G. 2003. Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impacto en la agricultura. Primera Edición. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 209 p.
28. MINAGRI. 2015. Síntesis Agro económica del Café. Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). Lima, Perú. Pp. 13 - 15.
29. MONTENEGRO, W., y ALVARADO, N. 2005. Evaluación de dosis y momento de aplicación del humus de lombriz sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), variedad NB-s. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Pp. 40 – 42.
30. NIETO, C.; RAMOS, R., y GALARZA, J. 2005. Sistemas agroforestales aplicables en la Sierra Ecuatoriana: Resultados de una década de experiencias de campo. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Boletín técnico N° 122. Quito, Ecuador. 173 p.
31. NÚÑEZ, J. 2000. Fundamentos de edafología. Segunda edición. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. Pp. 119-121.
32. PANDURO, M. 2017. Manejo de regeneración natural, en vivero, de *Virola elongata* (Benth) Warb. “cumala blanca”, utilizando sustratos orgánicos. Puerto Almendras, Loreto, Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 58 p.

33. PINCHI, H. 2009. Efecto de diferentes dosis de bocashi EM, sobre el crecimiento en vivero de plantas de castaña "*Bertholletia excelsa* HBK" producidas en tubetes. Tesis para optar título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables Mención Forestales. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. Pp. 44 - 46.
34. PORTA, J.; LÓPEZ, M., y ROQUERO, C. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Segunda edición. Mundi-Prensa. Madrid, España. 849 p.
35. POORTER, H., and NOGEL, O. 2000. The role biomasa allocotion in the growth response of plants to different levels of light, CO<sub>2</sub>, nutrients and water: A quantitative review. Australian Journal of Plant Physiology, 27 (1): 595-607.
36. ROJAS, J. 2015. Fertilidad de suelos en plantaciones forestales del trópico colombiano. Tesis para optar título de Magister en Ciencias, Geomorfología y Suelos. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. 81 p.
37. SAMANIEGO, R. 2006. Efecto de la producción orgánica y convencional de chile dulce (*Capsicum annuum*) bajo invernadero sobre el componente planta-suelo en el cantón de Alfaro Ruiz, Costa Rica. Tesis para optar el título de Magister Scientiae en Agricultura Ecológica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 92 p.

38. SCHULDT, M. 2006. Manual de lombricultura teoría y práctica. Editorial Mundi prensa. Madrid, España. 188 p.
39. SOMARRIBA, R., y GUZMÁN, 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. Managua, Nicaragua. Pp. 53 – 55.
40. SUQUILANDA, M. 2003. Producción orgánica de hortalizas: Alternativa tecnológica del futuro. Editorial Abya Yala. Quito, Ecuador. p. 113-125.
41. SUQUILANDA, M. 2008. La producción orgánica de cultivos en el Ecuador. Editorial EDIFARM. Quito, Ecuador. Pp. 8 - 10.
42. TORRES, M. 1993. Evaluación de diferentes niveles de nitrógeno y densidades sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.). Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Pp. 27 - 30.
43. VALDIVIESO, E. 2017. Uso de los abonos orgánicos como formación tecnológica en el rendimiento del cultivo de arveja de los estudiantes de la Escuela Académica Profesional de Agronomía Sede Chavinillo 2013. Tesis para optar título de Magister en Ciencias de la Educación Mención Docencia en Educación Superior e Investigación. Universidad de Huánuco. Huánuco, Perú. 70 p.
44. VALÉ, M. 2006. Quantification et prédiction de la minéralisation nette de l'azote du sol in situ, sous divers pédoclimats et systèmes de culture

français. Instituto Nacional Politécnica de Toulouse, Francia. Tesis doctoral. Francia. 209 p.

45. VERGARA, S. 2012. Reporte de inteligencia de mercados: Café peruano: Aroma y Sabor para nosotros y el Mundo. Lima, Perú. 92 p. [En línea]: (<https://goo.gl/sSefYb>, revisado el 01 de julio del 2016).
46. ZAVALA, J. 2007. Suelos nutrición y fertilización ambientalmente sostenible del cultivo de café. In: Diplomado de cultivos industriales tropicales de café, cacao y palma aceitera. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 191 p.

## **IX. ANEXO**

**Cuadro 24.** Resultados de la variable altura de planta de café (cm) de los tratamientos en estudio en ocho evaluaciones.

Primera evaluación		Segunda evaluación		Tercera evaluación		Cuarta evaluación		Quinta evaluación		Sexta evaluación		Séptima evaluación		Octava evaluación	
Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media
T <sub>1</sub>	5.67	T <sub>1</sub>	6.38	T <sub>1</sub>	7.11	T <sub>1</sub>	8.28	T <sub>1</sub>	10.44	T <sub>1</sub>	12.92	T <sub>1</sub>	17.47	T <sub>1</sub>	20.62
T <sub>2</sub>	5.54	T <sub>2</sub>	6.13	T <sub>2</sub>	6.61	T <sub>2</sub>	8.15	T <sub>2</sub>	9.62	T <sub>2</sub>	11.76	T <sub>2</sub>	15.94	T <sub>2</sub>	19.66
T <sub>3</sub>	5.75	T <sub>3</sub>	6.26	T <sub>3</sub>	6.84	T <sub>3</sub>	8.05	T <sub>3</sub>	9.57	T <sub>3</sub>	11.41	T <sub>3</sub>	15.08	T <sub>3</sub>	19.41
T <sub>4</sub>	5.46	T <sub>4</sub>	6.02	T <sub>4</sub>	6.54	T <sub>4</sub>	7.68	T <sub>4</sub>	9.47	T <sub>4</sub>	11.22	T <sub>4</sub>	15.14	T <sub>4</sub>	18.62
T <sub>5</sub>	5.55	T <sub>5</sub>	6.05	T <sub>5</sub>	6.52	T <sub>5</sub>	7.71	T <sub>5</sub>	9.29	T <sub>5</sub>	10.88	T <sub>5</sub>	14.50	T <sub>5</sub>	18.11
T <sub>6</sub>	5.64	T <sub>6</sub>	6.14	T <sub>6</sub>	6.63	T <sub>6</sub>	7.46	T <sub>6</sub>	8.71	T <sub>6</sub>	9.86	T <sub>6</sub>	12.63	T <sub>6</sub>	15.01
T <sub>7</sub>	5.31	T <sub>7</sub>	5.67	T <sub>7</sub>	6.14	T <sub>7</sub>	7.46	T <sub>7</sub>	9.43	T <sub>7</sub>	11.53	T <sub>7</sub>	16.22	T <sub>7</sub>	19.69
T <sub>8</sub>	5.53	T <sub>8</sub>	5.93	T <sub>8</sub>	6.33	T <sub>8</sub>	7.38	T <sub>8</sub>	8.94	T <sub>8</sub>	11.07	T <sub>8</sub>	14.70	T <sub>8</sub>	18.79
T <sub>9</sub>	5.05	T <sub>9</sub>	5.32	T <sub>9</sub>	5.55	T <sub>9</sub>	5.98	T <sub>9</sub>	6.48	T <sub>9</sub>	7.11	T <sub>9</sub>	8.27	T <sub>9</sub>	9.55
T <sub>10</sub>	5.62	T <sub>10</sub>	6.05	T <sub>10</sub>	6.51	T <sub>10</sub>	7.42	T <sub>10</sub>	8.86	T <sub>10</sub>	10.64	T <sub>10</sub>	13.70	T <sub>10</sub>	17.71
T <sub>11</sub>	5.48	T <sub>11</sub>	6.31	T <sub>11</sub>	6.88	T <sub>11</sub>	7.72	T <sub>11</sub>	9.36	T <sub>11</sub>	11.61	T <sub>11</sub>	15.88	T <sub>11</sub>	20.06
T <sub>12</sub>	5.86	T <sub>12</sub>	6.43	T <sub>12</sub>	6.94	T <sub>12</sub>	8.04	T <sub>12</sub>	9.57	T <sub>12</sub>	11.73	T <sub>12</sub>	15.64	T <sub>12</sub>	19.86
T <sub>13</sub>	5.36	T <sub>13</sub>	5.74	T <sub>13</sub>	5.97	T <sub>13</sub>	6.35	T <sub>13</sub>	6.90	T <sub>13</sub>	7.57	T <sub>13</sub>	8.59	T <sub>13</sub>	9.47

**Cuadro 25.** Resultados de la variable diámetro de tallo (mm) de los tratamientos en estudio en ocho evaluaciones.

Primera evaluación		Segunda evaluación		Tercera evaluación		Cuarta evaluación		Quinta evaluación		Sexta evaluación		Séptima evaluación		Octava evaluación	
Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media
T <sub>1</sub>	2.12	T <sub>1</sub>	2.32	T <sub>1</sub>	2.38	T <sub>1</sub>	2.56	T <sub>1</sub>	2.99	T <sub>1</sub>	3.25	T <sub>1</sub>	3.82	T <sub>1</sub>	4.45
T <sub>2</sub>	2.14	T <sub>2</sub>	2.31	T <sub>2</sub>	2.44	T <sub>2</sub>	2.56	T <sub>2</sub>	2.83	T <sub>2</sub>	3.08	T <sub>2</sub>	3.59	T <sub>2</sub>	4.08
T <sub>3</sub>	2.14	T <sub>3</sub>	2.31	T <sub>3</sub>	2.38	T <sub>3</sub>	2.51	T <sub>3</sub>	2.83	T <sub>3</sub>	3.05	T <sub>3</sub>	3.58	T <sub>3</sub>	4.10
T <sub>4</sub>	2.19	T <sub>4</sub>	2.41	T <sub>4</sub>	2.53	T <sub>4</sub>	2.60	T <sub>4</sub>	2.88	T <sub>4</sub>	3.10	T <sub>4</sub>	3.49	T <sub>4</sub>	3.88
T <sub>5</sub>	2.09	T <sub>5</sub>	2.31	T <sub>5</sub>	2.39	T <sub>5</sub>	2.55	T <sub>5</sub>	2.88	T <sub>5</sub>	3.06	T <sub>5</sub>	3.52	T <sub>5</sub>	3.97
T <sub>6</sub>	2.07	T <sub>6</sub>	2.23	T <sub>6</sub>	2.32	T <sub>6</sub>	2.45	T <sub>6</sub>	2.70	T <sub>6</sub>	2.83	T <sub>6</sub>	3.20	T <sub>6</sub>	3.55
T <sub>7</sub>	2.05	T <sub>7</sub>	2.37	T <sub>7</sub>	2.47	T <sub>7</sub>	2.55	T <sub>7</sub>	2.82	T <sub>7</sub>	3.04	T <sub>7</sub>	3.46	T <sub>7</sub>	3.88
T <sub>8</sub>	2.13	T <sub>8</sub>	2.26	T <sub>8</sub>	2.32	T <sub>8</sub>	2.49	T <sub>8</sub>	2.76	T <sub>8</sub>	2.99	T <sub>8</sub>	3.44	T <sub>8</sub>	3.90
T <sub>9</sub>	1.99	T <sub>9</sub>	2.20	T <sub>9</sub>	2.23	T <sub>9</sub>	2.33	T <sub>9</sub>	2.50	T <sub>9</sub>	2.61	T <sub>9</sub>	2.69	T <sub>9</sub>	2.77
T <sub>10</sub>	2.08	T <sub>10</sub>	2.32	T <sub>10</sub>	2.42	T <sub>10</sub>	2.48	T <sub>10</sub>	2.78	T <sub>10</sub>	3.03	T <sub>10</sub>	3.49	T <sub>10</sub>	3.95
T <sub>11</sub>	2.04	T <sub>11</sub>	2.26	T <sub>11</sub>	2.36	T <sub>11</sub>	2.51	T <sub>11</sub>	2.88	T <sub>11</sub>	3.05	T <sub>11</sub>	3.68	T <sub>11</sub>	4.36
T <sub>12</sub>	2.13	T <sub>12</sub>	2.26	T <sub>12</sub>	2.32	T <sub>12</sub>	2.49	T <sub>12</sub>	2.83	T <sub>12</sub>	3.14	T <sub>12</sub>	3.59	T <sub>12</sub>	4.05
T <sub>13</sub>	2.15	T <sub>13</sub>	2.33	T <sub>13</sub>	2.35	T <sub>13</sub>	2.44	T <sub>13</sub>	2.54	T <sub>13</sub>	2.59	T <sub>13</sub>	2.82	T <sub>13</sub>	3.04

**Cuadro 26.** Resultados de la variable número de hojas por planta de los tratamientos en estudio en ocho evaluaciones.

Primera evaluación		Segunda evaluación		Tercera evaluación		Cuarta evaluación		Quinta evaluación		Sexta evaluación		Séptima evaluación		Octava evaluación	
Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media
T <sub>1</sub>	0.00	T <sub>1</sub>	2.30	T <sub>1</sub>	4.00	T <sub>1</sub>	5.70	T <sub>1</sub>	7.20	T <sub>1</sub>	8.70	T <sub>1</sub>	11.40	T <sub>1</sub>	12.30
T <sub>2</sub>	0.00	T <sub>2</sub>	2.00	T <sub>2</sub>	3.50	T <sub>2</sub>	4.90	T <sub>2</sub>	6.30	T <sub>2</sub>	8.30	T <sub>2</sub>	10.90	T <sub>2</sub>	12.10
T <sub>3</sub>	0.00	T <sub>3</sub>	2.00	T <sub>3</sub>	3.40	T <sub>3</sub>	4.90	T <sub>3</sub>	6.70	T <sub>3</sub>	8.50	T <sub>3</sub>	11.30	T <sub>3</sub>	12.50
T <sub>4</sub>	0.00	T <sub>4</sub>	2.10	T <sub>4</sub>	3.35	T <sub>4</sub>	4.65	T <sub>4</sub>	6.50	T <sub>4</sub>	8.10	T <sub>4</sub>	10.10	T <sub>4</sub>	12.00
T <sub>5</sub>	0.00	T <sub>5</sub>	2.00	T <sub>5</sub>	3.40	T <sub>5</sub>	5.30	T <sub>5</sub>	6.25	T <sub>5</sub>	8.10	T <sub>5</sub>	11.30	T <sub>5</sub>	12.00
T <sub>6</sub>	0.00	T <sub>6</sub>	2.00	T <sub>6</sub>	4.00	T <sub>6</sub>	5.00	T <sub>6</sub>	6.70	T <sub>6</sub>	8.35	T <sub>6</sub>	10.90	T <sub>6</sub>	12.00
T <sub>7</sub>	0.00	T <sub>7</sub>	2.00	T <sub>7</sub>	2.90	T <sub>7</sub>	4.30	T <sub>7</sub>	6.60	T <sub>7</sub>	8.10	T <sub>7</sub>	10.30	T <sub>7</sub>	12.30
T <sub>8</sub>	0.00	T <sub>8</sub>	2.00	T <sub>8</sub>	2.70	T <sub>8</sub>	4.50	T <sub>8</sub>	6.60	T <sub>8</sub>	8.00	T <sub>8</sub>	10.80	T <sub>8</sub>	12.50
T <sub>9</sub>	0.00	T <sub>9</sub>	1.80	T <sub>9</sub>	2.00	T <sub>9</sub>	3.60	T <sub>9</sub>	4.85	T <sub>9</sub>	6.30	T <sub>9</sub>	8.70	T <sub>9</sub>	9.90
T <sub>10</sub>	0.00	T <sub>10</sub>	1.80	T <sub>10</sub>	2.70	T <sub>10</sub>	4.20	T <sub>10</sub>	6.20	T <sub>10</sub>	8.00	T <sub>10</sub>	10.00	T <sub>10</sub>	11.90
T <sub>11</sub>	0.00	T <sub>11</sub>	2.00	T <sub>11</sub>	3.90	T <sub>11</sub>	5.70	T <sub>11</sub>	7.30	T <sub>11</sub>	8.60	T <sub>11</sub>	11.85	T <sub>11</sub>	12.85
T <sub>12</sub>	0.00	T <sub>12</sub>	2.00	T <sub>12</sub>	3.00	T <sub>12</sub>	4.45	T <sub>12</sub>	6.30	T <sub>12</sub>	8.20	T <sub>12</sub>	10.70	T <sub>12</sub>	12.30
T <sub>13</sub>	0.00	T <sub>13</sub>	1.80	T <sub>13</sub>	2.20	T <sub>13</sub>	4.00	T <sub>13</sub>	4.80	T <sub>13</sub>	6.00	T <sub>13</sub>	7.90	T <sub>13</sub>	8.50

**Cuadro 27.** Resultados de la variable longitud radicular del plantón de café a los 120 días después del trasplante.

Clave	Longitud radicular (cm)					Promedio
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	
T <sub>1</sub>	25.40	18.50	23.30	26.00	24.00	23.44
T <sub>2</sub>	25.00	23.00	23.50	23.00	25.00	23.90
T <sub>3</sub>	21.50	23.00	25.00	21.50	24.50	23.10
T <sub>4</sub>	23.00	21.00	23.50	26.00	26.50	24.00
T <sub>5</sub>	24.00	24.00	21.50	25.00	19.50	22.80
T <sub>6</sub>	24.00	25.00	24.00	20.00	22.50	23.10
T <sub>7</sub>	20.00	22.50	24.50	21.30	20.00	21.66
T <sub>8</sub>	21.00	23.50	20.00	23.00	20.00	21.50
T <sub>9</sub>	14.00	14.00	14.00	12.00	15.00	13.80
T <sub>10</sub>	26.50	26.00	26.00	23.50	25.00	25.40
T <sub>11</sub>	26.00	24.50	27.50	27.00	27.50	26.50
T <sub>12</sub>	26.50	26.50	25.50	25.00	24.50	25.60
T <sub>13</sub>	24.50	21.50	24.00	23.00	24.00	23.40

**Cuadro 28.** Resultados de la variable volumen radicular del plantón de café a los 120 días después del trasplante.

Clave	Volumen radicular (cm <sup>3</sup> )					Promedio
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	
T <sub>1</sub>	10.00	8.00	8.00	9.50	8.00	8.70
T <sub>2</sub>	8.00	8.50	7.00	8.00	8.00	7.90
T <sub>3</sub>	6.00	10.00	9.00	9.00	8.00	8.40
T <sub>4</sub>	6.00	5.00	8.00	6.50	6.00	6.30
T <sub>5</sub>	8.50	8.00	8.00	10.50	8.00	8.60
T <sub>6</sub>	4.00	4.00	3.00	7.00	4.00	4.40
T <sub>7</sub>	5.00	6.00	10.00	7.00	4.00	6.40
T <sub>8</sub>	4.00	4.00	4.00	8.00	6.00	5.20
T <sub>9</sub>	3.00	2.00	3.00	6.00	1.50	3.10
T <sub>10</sub>	5.50	6.00	5.00	5.00	5.00	5.30
T <sub>11</sub>	8.00	7.00	6.00	5.00	4.00	6.00
T <sub>12</sub>	8.00	5.00	7.00	7.00	9.00	7.20
T <sub>13</sub>	4.00	2.00	2.00	2.00	2.50	2.50

**Cuadro 29.** Resultados de la variable área foliar del plantón de café a los 120 días después del trasplante.

Clave	Área foliar (cm <sup>2</sup> )					Promedio
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	
T <sub>1</sub>	348.21	368.88	383.22	413.39	511.22	404.98
T <sub>2</sub>	318.92	435.09	363.47	355.05	442.60	383.03
T <sub>3</sub>	409.76	493.36	496.80	426.70	518.14	468.95
T <sub>4</sub>	386.05	325.56	336.96	364.86	375.94	357.87
T <sub>5</sub>	388.15	363.98	385.01	364.27	429.27	386.14
T <sub>6</sub>	252.94	218.10	257.46	369.22	366.48	292.84
T <sub>7</sub>	426.29	430.68	492.40	446.58	500.38	459.27
T <sub>8</sub>	499.88	371.16	431.23	363.80	452.32	423.68
T <sub>9</sub>	210.51	279.56	181.23	329.52	199.98	240.16
T <sub>10</sub>	316.72	395.78	361.86	371.69	413.45	371.90
T <sub>11</sub>	361.18	468.78	502.01	494.30	439.27	453.11
T <sub>12</sub>	447.76	493.36	496.80	426.70	518.14	476.55
T <sub>13</sub>	54.90	95.17	77.71	103.29	98.92	86.00

**Cuadro 30.** Resultados de la variable materia seca del plantón de café a los 120 días después del trasplante.

Clave	Materia seca (%)					Promedio
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	
T <sub>1</sub>	25.22	21.64	22.73	21.05	21.50	22.43
T <sub>2</sub>	22.17	20.71	22.00	21.28	22.17	21.67
T <sub>3</sub>	20.00	20.00	21.44	21.57	20.12	20.63
T <sub>4</sub>	23.06	22.00	28.13	22.93	21.58	23.54
T <sub>5</sub>	26.10	23.71	23.47	25.06	25.67	24.80
T <sub>6</sub>	27.25	20.33	20.33	20.33	20.33	21.71
T <sub>7</sub>	20.00	21.58	20.00	21.58	22.22	21.08
T <sub>8</sub>	24.10	20.62	20.58	21.31	21.31	21.58
T <sub>9</sub>	25.17	18.94	16.75	18.58	21.43	20.17
T <sub>10</sub>	22.21	22.20	22.50	23.00	22.83	22.55
T <sub>11</sub>	22.84	25.23	22.92	27.65	22.47	24.22
T <sub>12</sub>	23.16	21.24	22.30	21.25	21.25	21.84
T <sub>13</sub>	20.00	20.00	20.00	24.00	20.00	20.80

**Cuadro 31.** Costo de los abonos orgánicos y suelo agrícola.

Sustrato	Costo (S/) por tonelada)
Bokashi	260
Gallinaza	260
Humus de lombriz	260
Estiércol de vacuno	260
Tierra agrícola	35



**Figura 7.** Análisis físico y químico de los abonos orgánicos en estudio.



**Figura 8.** Construcción del germinador.



**Figura 9.** Embolsado del sustrato para el vivero.



**Figura 10.** Control de malezas en forma manual.



**Figura 11.** Visita del miembro jurado calificador al vivero experimental.



**Figura 12.** Evaluación de la altura de tallo de los plantones de café.



**Figura 13.** Evaluación del diámetro de tallo de los plantones de café.



**Figura 14.** Evaluación del volumen de raíces de plántones de café.

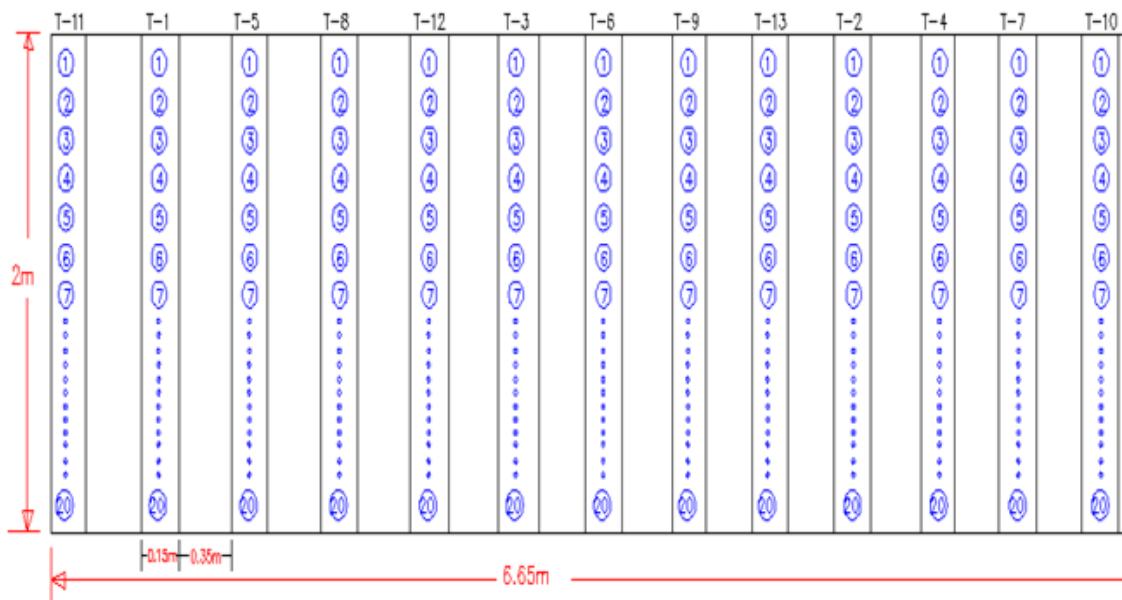


**Figura 15.** Evaluación de área foliar de plántones de café.



Fuente: RAVEN et al., (1999).

**Figura 16.** Fosforitos con raíz normal y raíz bifurcada.



**Figura 17.** Croquis de ubicación de los tratamientos.