

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS PARA LA**  
**OBTENCIÓN DE PLANTONES DE CAFÉ (*Coffea arabica***  
**L.) VARIEDAD CATURRA ROJO**

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

**ELABORADO POR**  
**LEONARDO FLORIDO ZUÑIGA**

**ASESOR**  
**HUGO ALFREDO HUAMANÍ YUPANQUI**

**Tingo María – Perú**

**2018**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María  
FACULTAD DE AGRONOMÍA



"Año del dialogo y la Reconciliación Nacional"

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 033-2018-FA-UNAS**

**BACHILLER** : Leonardo, FLORIDO ZÚÑIGA

**TÍTULO** : APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS PARA LA OBTENCIÓN DE PLANTONES DE CAFÉ (*Coffea arabica* L) VARIEDAD CATURRA ROJA".

**JURADO CALIFICADOR**

**PRESIDENTE** : Dr. José W. ZAVALA SOLÓRZANO

**VOCAL** : Ing. M.Sc. Jorge L. ADRIAZOLA DEL ÁGUILA

**VOCAL** : Ing. Luis G. MANSILLA MINAYA

**ASESOR** : Dr. Hugo A. HUAMANÍ YUPANQUI

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 13 de diciembre del 2018

**HORA DE SUSTENTACIÓN** : 9:00 am.

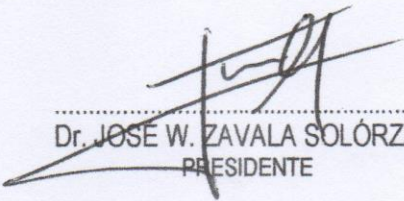
**LUGAR DE SUSTENTACIÓN** : SALA DE AUDIOVISUALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

**CALIFICATIVO** : MUY BUENO

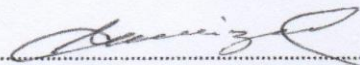
**RESULTADO** : APROBADO

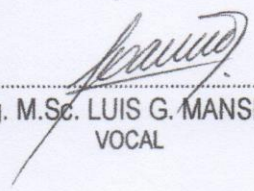
**OBSERVACIONES A LA TESIS:** EN HOJA ADJUNTA

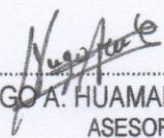
TINGO MARÍA, 13 DE DICIEMBRE DE 2018.

  
Dr. JOSÉ W. ZAVALA SOLÓRZANO  
PRESIDENTE



  
Ing. M.Sc. JORGE L. ADRIAZOLA DEL ÁGUILA  
VOCAL

  
Ing. M.Sc. LUIS G. MANSILLA MINAYA  
VOCAL

  
Dr. HUGO A. HUAMANÍ YUPANQUI.  
ASESOR

## UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

### REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO, INVESTIGACION Y DOCENTE

#### I. DATOS GENERALES DE PREGRADO

**Universidad** : Universidad Nacional Agraria de la Selva

**Facultad** : Facultad de Agronomía

**Título de la tesis** : Aplicación de abonos orgánicos para la obtención de plantones de café (*Coffea arabica* L.) Variedad caturra rojo

**Autor** : Leonardo Florido Zúñiga

**Asesor** : Dr. Hugo Alfredo Huamani Yupanqui

**Escuela profesional** : Escuela profesional de Agronomía

**Programa de investigación** : Cultivos tropicales

**Línea (s) de investigación** : Suelos y fertilizantes

**Eje temático de investigación** : Sistema agrícola de producción

**Lugar de ejecución** : Hermilio Valdizan Huánuco

**Duración** : Fecha de inicio: 15-03-2012  
Termino: 30-08-2012

**Financiamiento** : S/. 1500.00

**FEDU** : No

**Propio** : Si

**Otros** : Si

## DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y  
sabiduría.

A mis padres Macario Florido Sánchez  
e Hipólita Zúñiga Aróstegui, a mis  
hermanas, Yobana, María y Fiorella,  
quienes con entendimiento y gran  
sacrificio participan indirectamente en  
mi formación profesional.

A mis queridos sobrinos Junior  
Anthony, Kevin, Iker Alexis y Brigitte  
Alexandra y a mis cuñados Roger y  
Lenin.

## **AGRADECIMIENTOS**

Durante mi formación profesional, personal y elaboración de la presente investigación, varios colaboraron de forma directa e indirecta, y son a quienes deseo expresar mi más profundo reconocimiento:

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a mi querida Facultad de Agronomía y a su plana docente que contribuyeron en mi formación profesional.
- Al Dr. Hugo A. Huamaní Yupanqui, asesor de esta investigación, por su gran apoyo y orientación técnico-científica durante la ejecución y culminación del presente trabajo.
- A los miembros del Jurado de Tesis: Dr. Wilfredo Zavala Solórzano, Ing. Luis Mansilla Minaya e Ing. M. Sc. Jorge Luis Adriazola Del Águila.
- Al Ing. M. Sc. David Guarda Sotelo, docente de la Facultad de Agronomía por su apoyo en el presente trabajo.
- Al Ing. Rómulo Gerónimo Echegaray Farfán, ex-Director del programa Fortalecimiento de la Cadena de Valor del Café – ACDI/VOCA, y a todo el equipo técnico.
- A mis amigos Samuel Quispe, Esteban Cabrera y Frank Quispe, quienes me apoyaron en la culminación del trabajo de investigación.

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
I. INTRODUCCIÓN.....	16
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	18
2.1. Abonos orgánicos.....	18
2.1.1. Bocashi.....	19
2.1.2. Gallinaza.....	22
2.1.3. Estiércol de vacuno .....	23
2.1.4. Estiércol de cuy .....	24
2.1.5. Compost .....	24
2.2. El cultivo de café .....	25
2.3. Antecedentes de estudio.....	26
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	31
3.1. Campo experimental .....	31
3.1.1. Ubicación.....	31
3.1.2. Registros meteorológicos .....	31
3.1.3. Análisis físico - químico del suelo.....	32
3.2. Componentes en estudio .....	34
3.2.1. Materia orgánica.....	34
3.2.2. Suelo .....	34
3.3. Tratamientos en estudio.....	34
3.4. Diseño experimental.....	35
3.5. Características del campo experimental .....	36
3.5.1. Dimensiones del vivero experimental .....	36

3.5.2.	Bolsas.....	36
3.5.3.	De los tratamientos.....	36
3.6.	Metodología .....	37
3.6.1.	Obtención de sustrato y fuentes de materia orgánica ...	37
3.6.2.	Activación de microorganismos eficientes (EM) y producción de bocashi.....	37
3.6.3.	Análisis físico – químico de los abonos orgánicos y tierra agrícola.....	38
3.6.4.	Preparación del germinador .....	38
3.6.5.	Construcción del tinglado .....	39
3.6.6.	Preparación del sustrato y llenado de bolsas .....	39
3.6.7.	Manejo del germinador.....	39
3.6.8.	Trasplante de plántulas .....	39
3.6.9.	Manejo del vivero .....	39
3.7.	Parámetros a evaluar.....	40
3.7.1.	Altura plantón .....	40
3.7.2.	Diámetro de plantón .....	40
3.7.3.	Volumen de las raíces .....	40
3.7.4.	Materia seca.....	40
3.7.5.	Área foliar .....	41
3.8.	Análisis de rentabilidad .....	41
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	42
4.1.	Efecto de las fuentes de abono orgánico sobre la altura de plantones de café .....	42

4.1.1.	Efecto de las proporciones de bocashi sobre la altura de planta de café .....	45
4.1.2.	Efecto de las proporciones de gallinaza sobre la altura de planta de café .....	46
4.1.3.	Efecto de las proporciones de estiércol de vacuno sobre la altura de plántones de café.....	48
4.1.4.	Efecto de las proporciones de estiércol de cuy sobre la altura de plántones de café.....	50
4.1.5.	Efecto de las proporciones de compost sobre la altura de planta del café .....	52
4.2.	Efecto de las fuentes de abono orgánico sobre el diámetro de plántones de café .....	54
4.2.1.	Efecto de las proporciones de bocashi sobre el diámetro de plántones de café .....	56
4.2.2.	Efecto de las proporciones de gallinaza sobre el diámetro de plántones de café .....	57
4.2.3.	Efecto de las proporciones de estiércol de vacuno sobre el diámetro de plántones de café.....	58
4.2.4.	Efecto de las proporciones de estiércol de cuy sobre el diámetro de plántones de café.....	59
4.2.5.	Efecto de las proporciones de compost sobre el diámetro de plántones de café .....	60
4.3.	Efecto de las fuentes de abono orgánico sobre el volumen de raíces de plántones de café .....	61



4.3.1.	Efecto de las proporciones de bocashi sobre el volumen de raíces de plántones de café .....	64
4.3.2.	Efecto de las proporciones de gallinaza sobre el volumen de raíces de plántones de café .....	65
4.3.3.	Efecto de las proporciones de estiércol de vacuno sobre el volumen de raíces de plántones de café .....	66
4.3.4.	Efecto de las proporciones de estiércol de cuy sobre el volumen de raíces de plántones de café .....	67
4.3.5.	Efecto de las proporciones de compost sobre el volumen de raíces de plántones de café .....	68
4.4.	Efecto de las fuentes de abono orgánico sobre la materia seca de plántones de café .....	69
4.4.1.	Efecto de las proporciones de bocashi sobre la materia seca de plántones de café .....	71
4.4.2.	Efecto de las proporciones de gallinaza sobre materia seca de plántones de café .....	73
4.4.3.	Efecto de las proporciones de estiércol de vacuno sobre materia seca de plántones de café .....	74
4.4.4.	Efecto de las proporciones de estiércol de cuy sobre la materia seca de plántones de café .....	76
4.4.5.	Efecto de las proporciones de compost sobre la materia seca de plántones de café .....	77
4.5.	Efecto de las fuentes de abono orgánico sobre el área foliar de plántones de café .....	79

4.5.1.	Efecto de las proporciones de bocashi sobre el área foliar de plántones de café.....	82
4.5.2.	Efecto de las proporciones de gallinaza sobre el área foliar de plántones de café.....	83
4.5.3.	Efecto de las proporciones de estiércol de vacuno sobre el área foliar de plántones de café.....	84
4.5.4.	Efecto de las proporciones de estiércol de cuy sobre el área foliar de plántones de café.....	86
4.5.5.	Efecto de las proporciones de compost sobre el área foliar de plántones de café.....	87
4.6.	Análisis de rentabilidad .....	89
V.	CONCLUSIONES .....	91
VI.	RECOMENDACIONES.....	92
VII.	RESUMEN.....	93
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	95
IX.	ANEXO .....	102

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
1. Tratamientos formulados.....	30
2. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento.....	32
3. Análisis físico – químico del suelo experimental (tierra agrícola).....	33
4. Análisis químico de los abonos orgánicos utilizados en el experimento.....	33
5. Descripción de los tratamientos en estudio.....	34
6. Esquema del análisis de varianza.....	35
7. Análisis de varianza de altura de tallo de plántones de café con aplicación de abonos orgánicos.....	42
8. Prueba de comparación de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) de la altura de los plántones de café con aplicación de abonos orgánicos.....	44
9. Análisis de varianza del diámetro de tallo de plántones de café con aplicación de abonos orgánicos.....	54
10. Prueba de comparación de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) del diámetro de tallo de plántones de café con aplicación de abonos orgánicos.....	56
11. Análisis de varianza de volumen de raíces de plántones de café con aplicación de abonos orgánicos.....	62
12. Prueba de comparación de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) de volumen de raíces de plántones de café con aplicación de abonos orgánicos.....	64

13. Análisis de varianza de materia seca de plántones de café con aplicación de abonos orgánicos.....	69
14. Prueba de comparación de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) de materia seca de plántones de café con aplicación de abonos orgánicos.....	71
15. Análisis de varianza de área foliar de plántones de café con aplicación de abonos orgánicos.....	79
16. Prueba de comparación de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) de área foliar de plántones de café con aplicación de abonos orgánicos.....	81
17. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio. ....	90
18. Altura del plantón de café a los 150 días después del trasplante.....	103
19. Diámetro del plantón de café a los 150 días después del trasplante..	104
20. Longitud de raíz del plantón de café a los 150 días después del trasplante.....	105
21. Volumen de raíz del plantón de café a los 150 días después del trasplante.....	106
22. Materia seca del plantón de café a los 150 días después del trasplante.....	107
23. Área foliar del plantón de café a los 150 días después del trasplante.....	108

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
1. Ubicación del campo experimental.....	31
2. Efecto de las proporciones de bocashi sobre la altura de plantones de café.....	45
3. Correlación entre la materia orgánica (bocashi) con la altura de plantones.....	46
4. Efecto de las proporciones de gallinaza sobre la altura de plantones de café.....	47
5. Correlación entre la materia orgánica (gallinaza) con la altura de plantones.....	48
6. Efecto de las proporciones de estiércol de vacuno sobre la altura de plantones de café. ....	49
7. Correlación entre la materia orgánica (estiércol de vacuno) con la altura de plantones. ....	49
8. Efecto de las proporciones de estiércol de cuy sobre la altura de plantones de café. ....	51
9. Correlación entre la materia orgánica (estiércol de cuy) con la altura de plantones.....	51
10. Efecto de las proporciones de compost sobre la altura de plantones de café.....	53
11. Correlación entre la materia orgánica (compost) con la altura de plantones.....	53

12. Efecto de las proporciones de bocashi sobre el diámetro de plantones de café. ....	57
13. Efecto de las proporciones de gallinaza sobre el diámetro de plantones de café. ....	58
14. Efecto de las proporciones de estiércol de vacuno sobre el diámetro de plantones de café.....	59
15. Efecto de las proporciones de estiércol de cuy sobre el diámetro de plantones de café. ....	60
16. Efecto de las proporciones de compost sobre el diámetro de plantones de café. ....	61
17. Efecto de las proporciones de bocashi sobre el volumen de raíces de plantones de café. ....	65
18. Efecto de las proporciones de gallinaza sobre el volumen de raíces de plantones de café. ....	66
19. Efecto de las proporciones de estiércol de vacuno sobre el volumen de raíces de plantones de café.....	67
20. Efecto de las proporciones de estiércol de cuy sobre el volumen de raíces de plantones de café.....	68
21. Efecto de las proporciones de compost sobre el volumen de raíces de plantones de café. ....	69
22. Efecto de las proporciones de bocashi sobre la materia seca de plantones de café. ....	72
23. Correlación entre la materia orgánica (bocashi) con la materia seca.	72

24. Efecto de las proporciones de gallinaza sobre la materia seca de plantones de café. ....	73
25. Correlación entre la materia orgánica (gallinaza) con la materia seca. ....	74
26. Efecto de las proporciones de estiércol de vacuno sobre la materia seca de plantones de café. ....	75
27. Correlación entre la materia orgánica (estiércol de vacuno) con la materia seca. ....	75
28. Efecto de las proporciones de estiércol de cuy sobre la materia seca de plantones de café. ....	76
29. Correlación entre la materia orgánica (estiércol de cuy) con la materia seca. ....	77
30. Efecto de las proporciones de compost sobre la materia seca de plantones de café. ....	78
31. Correlación entre la materia orgánica (compost) con la materia seca. ....	78
32. Efecto de las proporciones de bocashi sobre el área foliar de plantones de café. ....	82
33. Correlación entre la materia orgánica (bocashi) con el área foliar.....	83
34. Efecto de las proporciones de gallinaza sobre el área foliar de plantones de café. ....	83
35. Correlación entre la materia orgánica (gallinaza) con el área foliar....	84
36. Efecto de las proporciones de estiércol de vacuno sobre el área foliar de plantones de café. ....	85

37. Correlación entre la materia orgánica (estiércol de vacuno) con el área foliar.....	85
38. Efecto de las proporciones de estiércol de cuy sobre el área foliar de plántones de café. ....	86
39. Correlación entre la materia orgánica (estiércol de cuy) con el área foliar.....	87
40. Efecto de las proporciones de compost sobre el área foliar de plántones de café. ....	88
41. Correlación entre la materia orgánica (compost) con el área foliar.....	88
42. Preparación del sustrato para la germinación de Coffea arabica. ....	109
43. Evaluación de plántones de acuerdo a cada tratamiento. ....	109
44. Tratamientos del trabajo de investigación. ....	110
45. Plántones del testigo y tratamientos del experimento.....	110
46. Distribución de los tratamientos.....	111
47. Visita de los miembros del jurado calificador. ....	111
48. Plántones con su respectivo sistema radicular.....	112
49. Secado de muestras.....	112



## I. INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea arabica*) es uno de los cultivos más importantes en la zona de Tingo María que tiene una gran importancia económica, social y ambiental, donde es cultivada en áreas con pendientes empinadas y en asociación con especies de sombra. En la cadena productiva de café, la producción de plántones es una etapa importante porque de ella dependerá el crecimiento de la mayor cantidad de plantas con un buen desarrollo del sistema radicular y por ende una buena productividad en suelos cafetaleros; para la obtención de plántones, se requiere un buen sustrato, con adecuadas proporciones de nutrientes entre otros factores (Aliaga y Bermúdez, 1984; citado por ESCALANTE, 2011).

Es muy importante conocer la fertilidad química (nutriente, materia orgánica) para poder manejar eficientemente cualquier sistema de uso de la tierra, y a su vez se necesita conocer la fertilidad física del suelo (textura, porosidad, retención de agua etc.), y la fertilidad biológica (microorganismos, macrofauna, simbiosis, etc.), ya que están muy relacionados el uno con el otro en forma muy dinámica dentro del suelo (NAVARRO y NAVARRO, 2003).

El uso de los abonos orgánicos, producidos a partir de materiales orgánicos (animal y/o vegetal), está aprobado en las prácticas de producción orgánica. Teniendo en cuenta lo anterior, es importante considerar que uno de los aspectos más importantes de la producción en viveros es el sustrato, el cual debe tener, entre otras cosas, buena fertilidad, permeabilidad al agua y buena retención de humedad, permitiendo así el mejor desarrollo de las plantas, ya

que la calidad de una plantación agrícola está relacionada con la calidad del sustrato en el vivero. En tal sentido el presente trabajo de investigación tiene los siguientes objetivos.

**Objetivo general**

1. Determinar el efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la obtención de plántones de café (*Coffea arabica* L.) variedad Caturra rojo.

**Objetivos específicos:**

1. Comprobar el efecto de cinco fuentes de abonos orgánicos, en el crecimiento de plántones de *C. arabica*.
2. Determinar el efecto de cuatro proporciones suelo abono orgánico en el crecimiento de plántones de *C. arabica*.
3. Establecer la relación B/C o análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Abonos orgánicos

Es un proceso de descomposición en el cual la materia orgánica es degradada en un material relativamente estable, que es obtenido por la descomposición o fermentación de desechos de origen animal y vegetal, la mayoría de los abonos se lleva a cabo bajo condiciones anaeróbicas y aeróbicas (Balaguer, 1999; citado por ESCALANTE, 2011).

Asimismo, los abonos orgánicos como la materia orgánica del suelo (MOS), producto de los residuos de plantas y animales, continuamente transformados; proporciona al suelo energía y carbono para los microorganismos, estos al descomponerse contribuyen a la formación de humus y subproductos de descomposición, factores esenciales de la existencia de una buena estructura compuesta de agregados estables. La materia orgánica tiende a aumentar la porosidad y aireación del suelo, también influye en las propiedades físicas y químicas de los suelos. La oxidación y descomposición de la materia orgánica, durante el cual la mayor parte del carbono que entra en la composición de la materia orgánica, es liberada en forma de anhídrido carbónico, la acumulación de CO<sub>2</sub> en el suelo demuestra ejercer un efecto inhibitor mayor sobre la absorción de agua. Análisis realizado en plantaciones de vivero mostró que una buena distribución de sus raíces, determina la obtención de agua y nutrientes dándole vigorosidad, número de hojas y mayor fruto (NAVARRO y NAVARRO, 2003).

### **2.1.1. Bocashi**

RESTREPO (2001), afirma que el bocashi es un término japonés que significa abono orgánico fermentado, que se logra siguiendo un proceso de fermentación acelerada, con la ayuda de microorganismos benéficos, que pueden tomar la materia orgánica del suelo y hacerla entrar en el mundo vivo, gracias a la energía; asimismo ha sido utilizado por los agricultores japoneses como un mejorador del suelo que aumente la diversidad microbiana, mejora las condiciones físicas y químicas, previene enfermedades del suelo y lo suple de nutrientes para el desarrollo de los cultivos. Dentro de las ventajas tiene que el producto se elabora en un periodo relativamente corto (dependiendo del ambiente en 12 a 24 días). Es un abono de fácil preparación, y puede ser hecho fácilmente por cualquier agricultor, en la cantidad necesaria y utiliza el material que está disponible en la zona. Contribuye a mejorar el suelo activando microorganismo, constituye una fuente de nutrientes para las plantas, y con un bajo costo de producción. No causa problemas en el almacenamiento y transporte; Sin embargo, las desventajas es que algunos microorganismos patogénicos y malos, e insectos no deseables podrían desarrollarse. Se generan malos olores y la inanición del nitrógeno.

Los materiales inmaduros producen gases y ácidos nocivos que queman las raíces de los cultivos (SHINTANI *et al.*, 2000).

Asimismo los ingredientes utilizados para elaborar el bocashi según RESTREPO (2001), los ingredientes a utilizar en la elaboración de abono orgánico bocashi son: El carbón: Mejora las características físicas del

suelo, pues facilita la aireación de absorción de humedad y calor, por su alto grado de porosidad beneficia la actividad macro y microbiológica del suelo, al mismo tiempo que funciona con el efecto tipo "esponja sólida", que consiste en retener, filtrar y liberar gradualmente nutrientes a las plantas, disminuyendo la pérdida y lavado de éstos en el suelo. La gallinaza: Es la principal fuente de nitrógeno en la fabricación de abonos fermentados, mejora las características de la fertilidad del suelo, principalmente con fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro. La cascarilla de arroz: Este ingrediente mejora las características físicas del suelo y de los abonos orgánicos, facilita la aireación, la absorción de humedad y filtrado de nutrientes, también beneficia el incremento de la actividad macro y microbiológica de la tierra. La melaza de caña: Principal fuente energética para la fermentación, favorece y multiplica la actividad microbiológica, es rica en potasio, calcio y magnesio, contiene gran cantidad de boro. La levadura: Este ingrediente constituye la principal fuente de inoculación microbiológica, para la fabricación de abonos orgánicos. La cal agrícola: Regula la acidez que se presenta en todo el proceso de fermentación, así mismo puede contribuir con otros minerales útiles a las plantas. El agua: Su principal objetivo es homogenizar la humedad de todos los ingredientes que componen el abono.

El aprovechamiento de estos residuos orgánicos cobra cada día mayor interés como medio eficiente de reciclaje racional de nutrimentos, que ayuda al crecimiento de las plantas y devuelven al suelo muchos de los elementos extraídos durante el proceso productivo (CERRATO, 2007).

Los beneficios del uso de enmiendas orgánicas como el compost y el Bocashi, son ampliamente conocidos a nivel mundial, aunque la literatura científica es poco precisa sobre contenidos nutricionales y prácticamente no se hace referencia a la carga microbial existente en estos materiales (MARTÍNEZ, 2006).

Los abonos orgánicos tienen altos contenidos de nitrógeno mineral y cantidades significativas de otros elementos nutritivos para las plantas; dependiendo del nivel aplicado, originan un aumento en los contenidos de materia orgánica del suelo, en la capacidad de retención de humedad y en el pH (OUÉDRAOGO *et al.*; 2001, COURTNEY y MULLEN, 2008), también aumentan el potasio disponible (ERHART y HARTL, 2003), y el calcio y el magnesio (MIYASAKA, 2001).

En cuanto a las propiedades físicas, mejoran la infiltración de agua, la estructura del suelo y la conductividad hidráulica; disminuyen la densidad aparente y la tasa de evaporación, así como promueven un mejor estado fitosanitario de las plantas (ANDREA, 2004).

La composta tipo bocashi es un abono orgánico que se puede elaborar con materiales locales, por lo que se pueden hacer variaciones de acuerdo a la materia prima disponible en la región (DE LUNA y VÁZQUEZ, 2009).

El bocashi aporta una gran cantidad de microorganismos: hongos, bacterias, actinomicetos, que brindan al suelo mejores condiciones de sanidad (RESTREPO, 2010).

Se señala que las ventajas más importantes de este abono, es que a las dosis que se utilizan, suministran a la planta los microelementos en forma soluble y en un micro ambiente de Ph biológicamente favorable para la absorción radicular (pH 6,5 a 7,0). Otra ventaja la representa el hecho de que los microorganismos benéficos presentes en la composta compiten por micro espacios y energía con los microorganismos patógenos que hay en la zona radicular de la planta (DE LUNA y VÁZQUEZ, 2009).

### **2.1.2. Gallinaza**

La gallinaza se utiliza tradicionalmente como abono, su composición depende principalmente de la dieta y del sistema de alojamiento de las aves, la calidad de la gallinaza está determinada principalmente por: el tipo de alimento, la edad del ave, la cantidad de alimento desperdiciado, la cantidad de plumas, la temperatura ambiente y la ventilación del galpón. También son muy importantes el tiempo de permanencia en el galpón -una conservación prolongada en el gallinero, con desprendimiento abundante de olores amoniacales, reduce considerablemente su contenido de nitrógeno y la utilidad de la gallinaza para tal fin proviene de su elevado valor de nitrógeno, aun debiendo tenerse presente que éste en su mayor parte se halla en forma no proteica (ESTRADA, 2005).

La gallinaza obtenida de las explotaciones de jaula, resulta de las deyecciones, plumas, residuos de alimentos y huevos rotos, que caen al piso y se mezclan. Este tipo de gallinaza tiene un alto contenido de humedad y altos niveles de nitrógeno, que se volatiliza rápidamente, creando malos y fuertes

olores, perdiendo calidad como fertilizante. Para solucionar este problema es necesario someter la gallinaza a secado, que además facilita su manejo. Al ser deshidratada, se produce un proceso de fermentación aeróbica que genera nitrógeno orgánico, siendo mucho más estable (TOBAR, 2002).

RODRÍGUEZ (2008), indica que la gallinaza se utiliza tradicionalmente como abono, su composición depende principalmente de la dieta y del sistema de alojamiento de las aves. La gallinaza obtenida de explotaciones en piso, se compone de una mezcla de deyecciones y de un material absorbente que puede ser viruta, pasto seco, cascarillas, entre otros y este material se conoce con el nombre de cama; esta mezcla permanece en el galpón durante todo el ciclo productivo.

### **2.1.3. Estiércol de vacuno**

El compostaje es una transformación microbiana de los residuos orgánicos en condiciones controladas. Este proceso se identifica como lombricompostaje cuando participan diversas especies de lombrices. Existe la creencia de que ambos procesos biotecnológicos son excelentes para elaborar abonos orgánicos, pero que, en el caso del lombricompostaje, el material obtenido está enriquecido química y biológicamente (FERRERA y ALARCÓN 2001; NOGALES *et al.*, 2005).

Los abonos orgánicos pueden satisfacer la demanda de nutrientes de los cultivos, reduciendo significativamente el uso de fertilizantes químicos y mejorando las características de los vegetales (RODRÍGUEZ *et al.*, 2009); además, los abonos orgánicos mejoran las características de suelos que han



sido deteriorados por el uso excesivo de agroquímicos y su sobre-explotación (NIETO *et al.*, 2002).

Asimismo, existen muchas sustancias encontradas en compostas inmaduras pueden producir una reducción en el rango de crecimiento de las plantas, el cual depende de la fuente del material empleado y del proceso de compostaje (WU y MA, 2001 y WOLKOWSKI, 2003).

Desde el punto de vista económico esto trae como consecuencia mayores gastos para eliminar el estiércol de los pastizales, por la pérdida de pasto útil para el ganado, por compensar el flujo de nutrientes con abonos químicos y sobre todo, por controlar las plagas que se desarrollan dentro del estiércol (AARONS *et al.*, 2004).

Entre los factores bióticos, participan principalmente los insectos como los escarabajos estercoleros, hormigas, termitas y moscas, pero también otros animales como gusanos y lombrices (ANDUAGA y HUERTA, 2007).

#### **2.1.4. Estiércol de cuy**

Se considera el estiércol de cuy uno de los de mejor en calidad, junto con el de caballo, por sus propiedades físicas y químicas, por lo que usualmente es usado por los agricultores como abono directo (REVISTA LASALLISTA, 2010).

#### **2.1.5. Compost**

El compost suministra los minerales como en la nutrición inorgánica a los cultivos. Al preparar el compost, los minerales quedan

atrapados en la materia orgánica fresca, se vuelven de fácil absorción para las plantas y se eliminan los patógenos que podrían estar en la materia orgánica fresca y causar daño al cultivo. Se recomienda temperaturas de 50° C a 70° C para asegurar que mueran los microorganismos patógenos, dentro de las ventajas es seguro para aplicarlo al cultivo porque es relativamente libre de patógenos y no causa la inanición de nitrógeno. En el compost, la mineralización total asegura la eliminación de microorganismos que podrían competir por los nutrientes; sin embargo las desventajas del compost se necesita gran cantidad de materia orgánica para producir un volumen suficiente para la finca; además se necesita mucho tiempo para su producción y en el proceso de descomposición se pierde gran parte del contenido nutricional y energético (REÁTEGUI, 2010).

## **2.2. El cultivo de café**

El cafeto, se originó en las regiones montañosas (más de 1000 m.s.n.m.) de Etiopía. El café arábigo es la principal especie cultivada para la producción y presentan mejores cualidades organolépticas del grano de café (Agrobanco, 2007. citado por ESCALANTE, 2011); además los climas tropicales y sub tropicales con temperaturas que varía entre 20 y 25 °C, con lluvia anual de 1500 a 2500 mm y terrenos con altitud entre los 1000 y 1500 msnm, son los más apropiados para la producción del cafeto. La cantidad de horas de sol, tiene gran influencia sobre la producción; a mayor luminosidad, la planta puede dar mayores cosechas, siempre que se encuentre bien abonado. En zonas nubladas con labores culturales apropiadas es posible obtener altos

rendimientos (Aliaga y Bermúdez, 1984; citado por ESCALANTE, 2011). Ademas el suelo adecuado para el cafeto es el migajón, bien drenados, ligeramente con un buen contenido de nutrientes, particularmente potasio y de materia orgánica (GONZÁLES, 2007); asimismo el suelo debe permitir una buena aireación y retención de humedad indispensable para el desarrollo de un buen sistema radicular, se requiere aireación para que la raíz pueda respirar y se requiere humedad para que los nutrientes se disuelvan en el agua y puedan ser absorbidos por las raíces, de la solución suelo, para luego ser transportados a todas las partes de la planta (Guerrero, 1990; citado por ESCALANTE, 2011).

### **2.3. Antecedentes de estudio**

CENICAFÉ (1991) comparó varias formas de aplicación del fertilizante en café, los que consistieron en: distribución uniforme en el plato ( $T_1$ ), distribución en una banda o anillo a 0.30 m del tronco ( $T_2$ ), distribución en una banda en forma de media luna a 0.30 m del tronco y en la parte superior de la pendiente ( $T_3$ ), en una zanja en la circunferencia de la gotera ( $T_4$ ), al voleo tapándolo ( $T_5$ ) y al voleo sin tapar ( $T_6$ ). Los resultados mostraron que  $T_5$ ,  $T_6$  y  $T_2$  obtuvieron diferencia numérica en comparación con los demás tratamientos respecto a la variable kilos de peso seco/ha/año.

HIGA y PARR (1995) mencionan los efectos en tomate con diferentes tipos de abonos. Donde demostraron que al abono sintético es el material que tiene la respuesta más rápida, pero también no tiene un efecto sostenido; con el tiempo se va lixiviando y se pierde de 50% hasta 75% del abono en base a la

lixiviación y la evaporación. El compost tiene también un efecto muy rápido al igual del abono sintético, y también se pierde su efecto rápidamente. Esto lo podemos contrastar con el efecto reverso del bocashi, que es un suministro lento pero continuo. La disponibilidad lenta se puede corregir al aplicar bocashi más temprano o sea antes de la siembra para permitir la actividad en el suelo de antemano.

OROZCO y THIENHAUS (1996) estudiaron el efecto de la gallinaza sobre el crecimiento y desarrollo de *Theobroma cacao* L. en estado juvenil. Se comparando tres niveles de gallinaza (454 g, 908 g y 1.362 g/árbol/ aplicación), un testigo de fertilización mineral (tres aplicaciones de 100 g/árbol de la fórmula comercial 15-15-15, más una aplicación de 100 g/árbol de urea al 46%) y un testigo absoluto sin aplicación. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar. Los resultados demostraron que la aplicación de 1.362 g de gallinaza obtuvo un efecto estadísticamente superior sobre la producción inicial del cacao y sobre el incremento del diámetro de tallo. La aplicación de 454 g y 908 g de gallinaza resultó estadísticamente igual a la fertilización mineral. En cuanto a altura de planta no se detectaron diferencias estadísticas entre los tratamientos. El tratamiento de fertilización presentó el menor efecto sobre el crecimiento y producción inicial del cultivo de cacao.

Diversos autores reportan que el uso de productos orgánicos tiene un efecto favorable sobre el crecimiento longitudinal de las plantas de café (CASTELLÓN *et al.*, 2000 y ROMERO *et al.*, 2000). También se ha encontrado

un aumento en el peso fresco y en el peso seco de café (CASTELLÓN *et al.*, 2000; ROMERO *et al.*, 2000).

SHINTANI *et al.* (2000) describe que en la producción de maíz en Costa Rica se compararon en la masa verde y las mazorcas entre el compost, bocashi, fertilizante químico y un testigo sin aplicación. Se pudo ver que el bocashi produjo 10% más masa que el compost y 20% más masa que el fertilizante químico y 25% más que el testigo. Todo esto con iguales cantidades de los elementos de N-P-K a la hora de aplicar. En las mazorcas fueron igual el tratamiento de bocashi y el fertilizante químico con los mejores diámetros y longitud comprado con el compost y el testigo. Estos resultados demuestran que el bocashi tiene un suministro continuo pero de forma regulada, entonces sus efectos no están en la masa vegetal, pero está en los productos finales. En cambio, el compost y el abono sintético tienen un efecto más rápido pero es un efecto a la masa vegetal y no en los frutos finales.

MORENO (2002) evaluó cinco combinaciones de bocashi y suelo (0:100 (testigo), 25:75, 50:50, 75:25 y 100:0) con inoculación de micorriza (Mycoral®) como biofertilizantes y su efecto sinérgico para la obtención de plantas sanas y vigorosas en vivero. Para el ensayo se emplearon 200 cormos de la variedad Curare Enano, distribuidos en cuatro bloques. Los resultados indican que la inoculación con micorriza y aumentos en peso inicial del cormo incrementan la altura y número de hojas. La adición de bocashi por su parte reduce la altura y número de hojas. La combinación 25:75 obtuvo los mayores valores promedios en las variables diámetro, altura, número de hojas, pesos frescos y secos de

biomasa aérea y radical, número de esporas en el medio (39% > que el testigo) y porcentaje de infección de raíces (20% > que el testigo) a pesar de los altos niveles de fósforo en el sustrato. Los tratamientos micorrizados mostraron mayor infección que los no micorrizados.

SALAZAR *et al.* (2002), determinaron si el estiércol tiene potencial para ser utilizados como abono orgánico en invernaderos considerando aspectos fitosanitarios, disponibilidad de nutrientes (principalmente nitrógeno), y malezas presentes en estiércol solarizado y no solarizado normativos. Los resultados fueron ampliamente significativos demostrándose que el efecto de la solarización elimina totalmente las bacterias y hongos presentes en el estiércol, así como las malezas lo que ubica como un importante abono orgánico y una alternativa viable para la producción orgánica en invernadero con siembra directa al suelo y controlado.

En Chanchamayo, Selva central del Perú, se evaluaron diferentes mezclas de gallinaza, pulpa de café, materia orgánica de bosque primario y tierra de bosque primario. Los mejores sustratos, para la mayoría de los parámetros evaluados (altura, diámetro, peso fresco y peso seco de planta), resultó de mezclar 40% gallinaza + 60% tierra de bosque primario, 40% materia orgánica de bosque primario + 60% tierra de bosque primario, 60% materia orgánica de bosque primario + 40% tierra de bosque primario y 100% tierra de bosque primario (JULCA *et al.*, 2002).

LÉVANO (2009) formuló mezclas de fertilizantes orgánicos con fuentes naturales para mejorar los niveles de productividad y calidad de café pergamino

de las zonas de San Ramón, Villa Rica y Satipo. Seleccionó cuatro tratamientos sobre la base de materia seca obtenida en la fase de vivero. En la fase de campo estudió el efecto de los tratamientos obtenidos anteriormente e incluyeron dos tratamientos testigo sin fertilización con poda y sin poda.

**Cuadro 1.** Tratamientos formulados.

Trat.	Elementos (kg/ha)					Poda
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	Bo	
T <sub>1</sub>	100	72	233	0	5	Sí
T <sub>2</sub>	100	272	33	50	5	Sí
T <sub>3</sub>	100	472	33	50	5	Sí
T <sub>4</sub>	100	472	133	0	5	Sí
T <sub>5</sub>	0	0	0	0	0	Sí
T <sub>6</sub>	0	0	0	0	0	No

Los resultados concluyen que en San Ramón el T<sub>3</sub> incrementó el rendimiento de café pergamino en un 25.5%, con respecto al testigo (T<sub>6</sub>), pero esta diferencia no fue estadísticamente significativa. En Villa Rica, el T<sub>1</sub> incrementó el rendimiento de café pergamino en un 33.1%, con respecto al testigo (T<sub>6</sub>), pero esta diferencia no fue estadísticamente significativa. En Satipo, el T<sub>1</sub> incrementó el rendimiento del café pergamino en un 15.5%, con respecto al testigo (T<sub>6</sub>); pero esta diferencia no fue estadísticamente significativa. La fertilización tuvo un efecto variable sobre la calidad física y organoléptica del café en las diferentes zonas de estudio. Durante el periodo de estudio, la calidad física del café fue mayor en Villa Rica (80.77%), seguido de Satipo (75.98%) y San Ramón (74.91%). Durante el periodo de estudio, la calidad organoléptica tuvo su mayor puntaje en Satipo (82.63), seguido de Villa Rica (81.74) y San Ramón (78.15).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Campo experimental

##### 3.1.1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en la finca cafetalera de Rómulo Echegaray Farfán, ubicado en el caserío de José María Ugarteche, distrito Hermilio Valdizán, provincia Leoncio Prado, región Huánuco; cuyas coordenadas UTM WGS 68 es la siguiente: 0409370 m E y 8984504 m N. perteneciente a un piso altitudinal alto de 1403 msnm, (Figura x. Anexo).

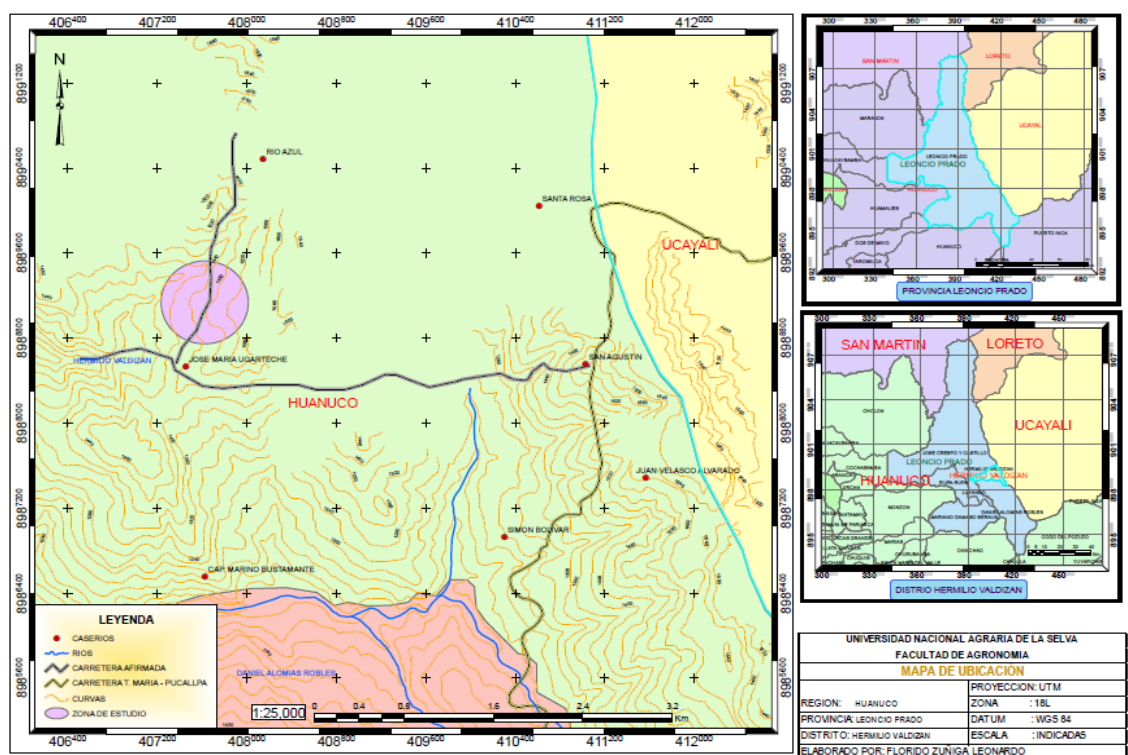


Figura 1. Ubicación del campo experimental.

##### 3.1.2. Registros meteorológicos

En el Cuadro 2, se presentan los datos meteorológicos, obtenidos de la "Estación Meteorológica La Divisoria. SENAMHI, Dirección Regional Huánuco", Las características climáticas del campo experimental,



corresponden a un clima de bosque húmedo sub-tropical, con una temperatura media 18.40 °C, mientras que la precipitación promedio fue 172.19 mm/mes.

**Cuadro 2.** Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento.

Meses	Temperatura Media	Precipitación (mm)
Marzo	18.40	284.00
Abril	18.60	286.60
Mayo	18.50	136.70
Junio	18.30	129.00
Julio	17.60	272.60
Agosto	18.40	43.40
Septiembre	19.00	53.00
Total	128.80	1205.30
Promedio	18.40	172.19

Fuente: Estación Meteorológica La Divisoria. SENAMHI, Dirección Regional Huánuco.

### 3.1.3. Análisis físico - químico del suelo

Se sacó una muestra representativa del suelo previo a la aplicación de los tratamientos, la misma que se llevó al Laboratorio de Análisis de Suelo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su respectiva determinación de nutrientes. En el Cuadro 3, se presenta los resultados del análisis físico - químico del suelo y se observa las siguientes características: textura Franco limoso, con pH ácido (INIAP, 2006), el nivel de materia orgánica medio, nitrógeno tiene un nivel bajo, fósforo en nivel bajo y potasio disponible en un nivel de bajo, la capacidad de intercambio catiónico está en un nivel bajo, estas características determinan que el suelo presenta fertilidad bajo.

**Cuadro 3.** Análisis físico – químico del suelo experimental (tierra agrícola).

<b>Parámetros</b>	<b>Valores</b>
<b>Análisis físico</b>	
Arena (%)	8.96
Arcilla (%)	24.61
Limo (%)	66.43
Clase textural	Franco limoso
<b>Análisis químico</b>	
pH (1:1)	4.87
Materia orgánica (%)	2.82
Nitrógeno total (%)	0.13
Fosforo disponible (ppm)	6.82
Potasio disponible (K <sub>2</sub> O en kg/ha)	197.43
<b>Cambiables (Cmol(+)/kg)</b>	
CIC efectiva	6.53
Ca <sup>++</sup>	5.33
Mg <sup>++</sup>	1.10
K <sup>+</sup>	0.00
Na <sup>+</sup>	0.00
Al <sup>+++</sup>	0.05
H <sup>+</sup>	0.05
Bases cambiables (%)	98.47
Acidez cambiante (%)	1.53
Saturación de aluminio (%)	0.77

**Fuente:** Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

**Cuadro 4.** Análisis químico de los abonos orgánicos utilizados en el experimento.

<b>Parámetros</b>	<b>Muestras</b>				
	<b>Compost</b>	<b>Bocashi</b>	<b>Gallinaza</b>	<b>Estiércol de cuy</b>	<b>Estiércol de vacuno</b>
<b>Análisis proximal</b>					
H° (%)	48.53	50.62	18.60	37.16	58.52
Ceniza (%)	27.57	33.63	29.03	21.31	13.71
M.O. (%)	23.90	15.75	52.37	41.53	27.77
Mat. seca (%)	51.47	49.38	81.40	62.84	41.48
<b>Análisis químico</b>					
N (%)	1.04	0.42	2.50	1.11	1.39
P (%)	0.25	0.35	0.31	0.39	0.36
K (%)	0.76	0.37	1.33	1.82	1.11
Mg (%)	0.28	0.27	0.08	0.13	0.07
Na (%)	0.26	0.05	0.08	0.13	0.07
Ca (%)	1.98	2.51	2.44	0.66	0.27
Fe (ppm)	4665.18	7983.19	666.46	1238.06	903.94
Mn (ppm)	140.93	263.24	98.28	121.37	596.94
Zn (ppm)	179.80	177.18	95.21	270.70	271.18
Cu (ppm)	18.22	20.81	16.95	13.69	9.64

**Fuente:** Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

### 3.2. Componentes en estudio

#### 3.2.1. Materia orgánica

a<sub>1</sub>: Bocashi

a<sub>2</sub>: Gallinaza

a<sub>3</sub>: Estiércol de vacuno

a<sub>4</sub>: Estiércol de cuy

a<sub>5</sub>: Compost

#### 3.2.2. Suelo

b<sub>1</sub>: Tierra agrícola

### 3.3. Tratamientos en estudio

Los tratamientos generados según el DCA, con 21 tratamientos, se detallan a continuación (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Descripción de los tratamientos en estudio.

Trat.	Clave.	Proporción		Tipo de materia orgánica
		Volumen	% (suelo: materia orgánica)	
T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	1 : 1	50.0:50.0	Bocashi
T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	3 : 1	75.0:25.0	Bocashi
T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	5 : 1	83.3:16.7	Bocashi
T <sub>4</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	7 : 1	87.5:12.5	Bocashi
T <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	1 : 1	50.0:50.0	Gallinaza
T <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	3 : 1	75.0:25.0	Gallinaza
T <sub>7</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	5 : 1	83.3:16.7	Gallinaza
T <sub>8</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	7 : 1	87.5:12.5	Gallinaza
T <sub>9</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	1 : 1	50.0:50.0	Estiércol de vacuno
T <sub>10</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	3 : 1	75.0:25.0	Estiércol de vacuno
T <sub>11</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	5 : 1	83.3:16.7	Estiércol de vacuno
T <sub>12</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	7 : 1	87.5:12.5	Estiércol de vacuno
T <sub>13</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	1 : 1	50.0:50.0	Estiércol de cuy
T <sub>14</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	3 : 1	75.0:25.0	Estiércol de cuy
T <sub>15</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	5 : 1	83.3:16.7	Estiércol de cuy
T <sub>16</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	7 : 1	87.5:12.5	Estiércol de cuy
T <sub>17</sub>	a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	1 : 1	50.0:50.0	Compost
T <sub>18</sub>	a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	3 : 1	75.0:25.0	Compost
T <sub>19</sub>	a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	5 : 1	83.3:16.7	Compost
T <sub>20</sub>	a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	7 : 1	87.5:12.5	Compost
T <sub>0</sub>	Testigo	10 : 0	100:00	Tierra agrícola

### 3.4. Diseño experimental

En la presente investigación se empleó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con 21 tratamientos, con cuatro repeticiones, y cada repetición estuvieron conformados por 10 unidades, de las cuales el 60% fueron evaluados, los promedios se sometieron a la prueba de análisis de variancia y la comparación de promedios a la prueba de Duncan a un nivel de significación de ( $\alpha= 0.05$ ).

#### A. Análisis de varianza

En el Cuadro 6, se presenta el esquema del análisis de variancia.

**Cuadro 6.** Esquema del análisis de varianza.

<b>Fuente de variación</b>	<b>Fórmula</b>	<b>G.L.</b>
Tratamientos	t-1	20
Repetición	r-1	3
Error experimental	(t-1) (r-1)	60
Total	[(txr)-1]	83

#### B. Modelo aditivo lineal

De acuerdo al diseño empleado, el modelo matemático estuvo constituido por:

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

**Dónde:**

$Y_{ij}$  = Es la respuesta obtenida en la j-ésima repetición sometida al i-ésimo tratamiento

$\mu$  = Es el efecto de la media general

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental de la j-ésima repetición sometida al i-ésimo tratamiento

**Para:**

i = 1, 2, 3... 5 Tratamientos

j = 1, 2, 3 Repeticiones

### **3.5. Características del campo experimental**

#### **3.5.1. Dimensiones del vivero experimental**

Largo:	13.30 m
Ancho:	2.20 m
Área total:	29.26 m <sup>2</sup>
Número de cama:	1

#### **3.5.2. Bolsas**

N° total de bolsas por tratamiento:	40
N° de bolsas a evaluar por tratamiento:	24
N° total de bolsas por fuentes:	160
N° de bolsas a evaluar por fuente:	96
N° total de bolsas del experimento:	840
N° de bolsas a evaluar en el experimento:	504

#### **3.5.3. De los tratamientos**

N° de proporciones por fuente:	04
N° de testigo:	01
Total de tratamientos:	21
Repeticiones:	04
Unidades experimentales totales:	84

N° plantas/unidades experimentales	10
Total de plantas	840

### **3.6. Metodología**

#### **3.6.1. Obtención de sustrato y fuentes de materia orgánica**

El bocashi se obtuvo de la empresa Selva Ecológica S.A.C. (venta mayorista de materias primas agropecuarias); el compost se obtuvo de una parcela de Pumahuasi; el estiércol de vacuno y el estiércol de cuy se obtuvieron de la granja de la Facultad de Zootecnia y la gallinaza se obtuvo de Avícola Naranjillo. Se determinó el contenido de humedad de cada uno de los abonos orgánicos antes de la preparación del sustrato y las proporciones se determinaron en volumen; mientras que la tierra agrícola se obtuvo de la parcela donde se instaló el presente trabajo de investigación.

#### **3.6.2. Activación de microorganismos eficientes (EM) y producción de bocashi**

##### **a. Materiales e insumos**

- ½ kg de Levadura Instantánea.
- 7 lts de leche de vaca.
- Envase de 80 lts de capacidad.
- 10 kg de melaza de caña.

##### **b. Activación**

En el envase de 80 lts de capacidad se mezcló la levadura, la leche y luego la melaza. Finalmente se enrazó con agua a 80 lts (cepa

biológica), se dejó reposar por 30 minutos y estuvo lista para su uso en la producción de bocashi.

### **c. Producción de bocashi**

La cepa biológica se inoculó sobre el suelo, para la colonización de microorganismos benéficos, y se puso las diferentes capas de material orgánicos, y sobre cada una de estas se inoculó los microorganismos eficientes.

### **3.6.3. Análisis físico – químico de los abonos orgánicos y tierra agrícola**

Se sacaron pequeñas muestras de cada uno de los abonos orgánicos y del suelo agrícola a utilizar, para posteriormente ser secado a temperatura ambiente. Las muestras secas fueron llevadas al Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su análisis físico – químico.

### **3.6.4. Preparación del germinador**

Se instaló cerca del área seleccionada para el vivero experimental, en un área de 1 x 1 m de 20 cm de altura, el cual se llenó con aserrín y se tapó con una capa de arena de 2 centímetros de espesor, para finalmente cubrir el germinador con costales húmedos. Las semillas de café variedad caturra se obtuvieron de la Cooperativa Agraria Industrial Naranjillo Ltda. La disposición de éstas en el germinador fue en forma rectangular a un distanciamiento de 2 x 1 cm.

### **3.6.5. Construcción del tinglado**

El tinglado se construyó con materiales de la zona, cuyas dimensiones fueron de 2.20 m x 13.3 m de largo. Se niveló el área y se instaló el techo con malla Raschell color negro.

### **3.6.6. Preparación del sustrato y llenado de bolsas**

Antes de la preparación del sustrato, se tamizó el suelo con un tamiz de 4 mm, luego se realizaron las mezclas en volumen con las fuentes de materia orgánica según las proporciones indicadas en los tratamientos en estudio. Las bolsas fueron llenadas y distribuidas de acuerdo al croquis experimental.

### **3.6.7. Manejo del germinador**

Con la finalidad de obtener plántulas en un estado óptimo para el repique, se realizaron riegos y desyerbos manuales al germinador.

### **3.6.8. Trasplante de plántulas**

Se realizó en estado de “fosforito”, haciendo un hoyo del grosor de un lápiz en el sustrato, donde se colocó la plántula evitando torcer la raíz.

### **3.6.9. Manejo del vivero**

Con la finalidad de que las plántulas tengan un normal desarrollo, se realizó control de malezas en forma periódica, y control de plagas y enfermedades.



### **3.7. Parámetros a evaluar**

#### **3.7.1. Altura plantón**

La evaluación de plantones de café fue mensual, de los cuales se seleccionaron 6 plantas por repetición (24 plantones/tratamiento) para la medición de altura, midiéndose desde el cuello de la planta hasta la yema terminal visible.

#### **3.7.2. Diámetro de plantón**

Las evaluaciones de diámetro de los plantones fueron mensuales, de los cuales se seleccionaron 6 plantas por repetición (24 plantones/tratamiento) para la medición el diámetro se realizó a la altura del cuello de la planta empleando un vernier mecánico.

#### **3.7.3. Volumen de las raíces**

Esta característica se determinó al final del experimento considerando el promedio de tres plantones por tratamiento. La metodología consistió en sumergir el sistema radicular hasta el cuello de la raíz en una probeta graduada llena con agua destilada, lo cual permitió determinar el volumen por diferencia.

#### **3.7.4. Materia seca**

La determinación de este parámetro se realizó al final del experimento, para lo cual se cogió cuatro plantones de cada tratamiento colocándose en bolsas separando tanto la parte leñosa (ramas o tallos), como la parte foliar y la parte radicular. Se tomaron muestras frescas de la parte foliar y radicular, las cuales fueron pesadas sobre papel Kraft en una balanza digital,

para luego secarlas en la estufa a 70 °C durante 24 horas, hasta que adquirieron peso constante. Las muestras secas fueron pesadas, luego por diferencia se calculó el porcentaje de humedad y materia seca.

### **3.7.5. Área foliar**

Se determinó utilizando para ello los mismos plantones identificados (tres); para evaluar este parámetro se utilizó el método de las pesadas. Se dibujaron las siluetas de todas las hojas de una planta en un papel se cortaron y pesaron, luego se cortó 100 cm<sup>2</sup> del mismo papel. Mediante este valor y utilizando el método de la regla de tres simples se determinó el área foliar de cada tratamiento en estudio.

### **3.8. Análisis de rentabilidad**

Se determinó para cada tratamiento con la finalidad de observar comparativamente el tratamiento con mayor rentabilidad, la relación: Beneficio/costo y el Índice de rentabilidad, para lo cual se tomará parámetros económicos, como ingreso bruto y la utilidad neta, donde:

Ingreso bruto = Numero de plantones por hectárea x Precio de cada plantón

Utilidad Neta = Ingreso bruto – Inversión total

Relación Beneficio/ Costo = Ingreso bruto/ Inversión total

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1. Efecto de las fuentes de abono orgánico sobre la altura de plántones de café

De acuerdo a la prueba F del análisis de variancia (Cuadro 7), a los 150 días después del repique, se encontró diferencias estadísticas significativas en las diferentes fuentes de variación, es decir, que al menos un tratamiento, mezcla y mezcla vs testigo tuvo un comportamiento diferente a los demás en la altura de planta. Con respecto al coeficiente de variabilidad, fue de 12.03% que indica que hubo muy buena homogeneidad en los resultados experimentales.

**Cuadro 7.** Análisis de variancia de altura de tallo de plántones de café con aplicación de abonos orgánicos.

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Sig.</b>
Tratamientos	20	74.1992	AS
Mezclas	19	75.0333	AS
Mezclas vs testigo	1	58.3521	AS
Error experimental	63	2.8419	
Total	83		

CV. (%): 12.03  
NS : No Significación estadística al 5 % de probabilidad.  
AS : Alta Significación estadística al 1 % de probabilidad.

Del Cuadro 8, se observa que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos T<sub>7</sub> (Gallinaza 16.7% (5:1)), T<sub>16</sub> (Estiércol de cuy 12.5% (7:1)), T<sub>6</sub> (Gallinaza 25% (3:1)) y T<sub>15</sub> (Estiércol de cuy 16.7% (5:1)); pero sí entre estos cuatro tratamientos con el resto. Asimismo, entre el tratamiento T<sub>6</sub> (Gallinaza 25% (3:1)), T<sub>15</sub> (Estiércol de cuy 16.7% (5:1)), T<sub>12</sub> (Estiércol de vacuno 12.5% (7:1)), T<sub>8</sub> (Gallinaza 12.5% (7:1)) y T<sub>18</sub> (Compost 25% (3:1)) no existen diferencias estadísticas significativas. Además se observa la altura promedio de los tratamientos interactuantes, fluctuaron de

2.83 a 20.35 cm de altura correspondiente al tratamiento T<sub>13</sub> (Estiércol de cuy 50% (1:1)) y el tratamiento T<sub>7</sub> (Gallinaza 16.7% (5:1)) que ocuparon el último y primer lugar respectivamente, asimismo entre los tratamientos T<sub>7</sub> (Gallinaza 16.7% (5:1)), T<sub>16</sub> (Estiércol de cuy 12.5% (7:1)), tuvieron los promedios más altos en altura de plantón de café, pero sin ser estadísticamente significativos entre ellos, pero sí lo son con el resto de tratamientos, debiéndose a que la gallinaza y estiércol de cuy aporta mayor cantidad de nitrógeno (Cuadro 4), además el sustrato empleado en el presente ensayo tiene un nivel medio de nitrógeno (Cuadro 3) permitiendo que el plantón de café tenga mayor crecimiento; además en el último mes del experimento se incrementó la temperatura, lo cual permite que el plantón de café tenga adecuados procesos fisiológicos para el crecimiento y desarrollo del mismo (Cuadro 2); corroborado por ESTRADA (2005) quien afirma que la gallinaza tiene un elevado contenido de nitrógeno y que la mayor parte se encuentra en forma no proteica; además para la REVISTA LASALLISTA (2010) el estiércol de cuy es uno de los estiércoles de mejor calidad, junto con el de caballo, por sus propiedades físicas y químicas permitiendo un crecimiento rápido en las plantas.

Con respecto al tratamiento T<sub>21</sub> (testigo) con 10.45 cm, tuvo mayor altura frente a los tratamientos T<sub>9</sub> (Estiércol de vacuno 50% (1:1)), T<sub>5</sub> (Gallinaza 50% (1:1)) y T<sub>13</sub> (Estiércol de cuy 50% (1:1)) con valores de 7.78, 7.15 y 2.83 cm de altura respectivamente, debiéndose a que el tratamiento testigo tiene en su contenido mayor cantidad de nitrógeno (Cuadro 3) permitiendo un buen crecimiento y desarrollo de los plantones de café.

La mayor eficiencia de la gallinaza se debe posiblemente a que es uno de los abonos orgánicos que presenta mayor contenido de nitrógeno (2.50%) y de fósforo (0.31%) en comparación con las otras fuentes en estudio (Cuadro 4), ya que el N es uno de los nutrientes más móvil en el suelo (sustrato) e indispensable para formar la proteína e integrar la molécula de clorofila que influye en el desarrollo vegetativo (ALEGRE *et al.*, s/a).

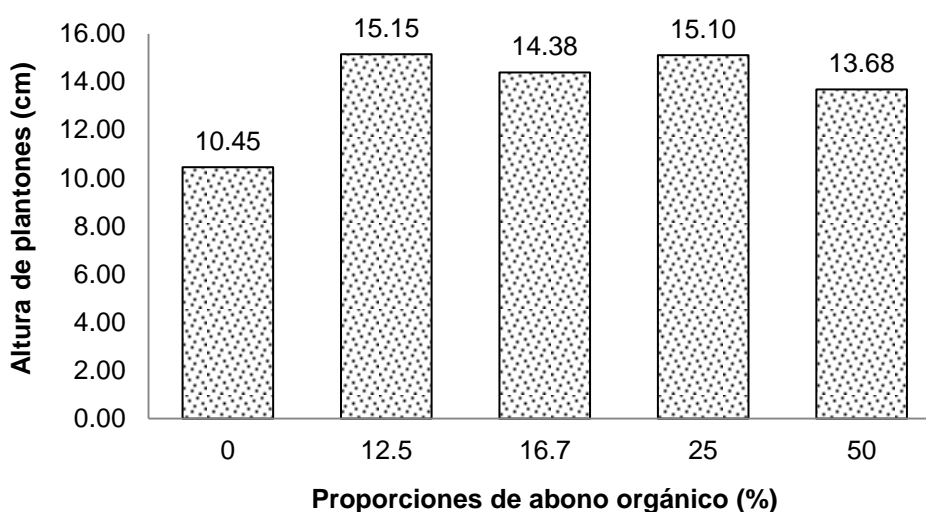
**Cuadro 8.** Prueba de comparación de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) de la altura de los plantones de café con aplicación de abonos orgánicos.

Tratamientos	Altura (cm)	Significación
T <sub>7</sub> Gallinaza 16.7% (5:1)	20.35	a
T <sub>16</sub> Estiércol de cuy 12.5% (7:1)	20.05	a
T <sub>6</sub> Gallinaza 25% (3:1)	18.98	a b
T <sub>15</sub> Estiércol de cuy 16.7% (5:1)	18.10	a b c
T <sub>12</sub> Estiércol de vacuno 12.5% (7:1)	17.03	b c d
T <sub>8</sub> Gallinaza 12.5% (7:1)	16.98	b c d
T <sub>18</sub> Compost 25% (3:1)	16.43	b c d e
T <sub>17</sub> Compost 50% (1:1)	15.25	c d e f
T <sub>4</sub> Bocashi 12.5% (7:1)	15.15	d e f
T <sub>2</sub> Bocashi 25% (3:1)	15.10	d e f
T <sub>11</sub> Estiércol de vacuno 16.7% (5:1)	14.38	d e f
T <sub>3</sub> Bocashi 16.7% (5:1)	14.38	d e f
T <sub>14</sub> Estiércol de cuy 25% (3:1)	13.90	e f
T <sub>19</sub> Compost 16.7% (5:1)	13.85	e f
T <sub>1</sub> Bocashi 50% (1:1)	13.68	e f
T <sub>10</sub> Estiércol de vacuno 25% (3:1)	13.38	f
T <sub>20</sub> Compost 12.5% (7:1)	12.50	f g
T <sub>21</sub> Testigo	10.45	g
T <sub>9</sub> Estiércol de vacuno 50% (1:1)	7.78	h
T <sub>5</sub> Gallinaza 50% (1:1)	7.25	h
T <sub>13</sub> Estiércol de cuy 50% (1:1)	2.83	i

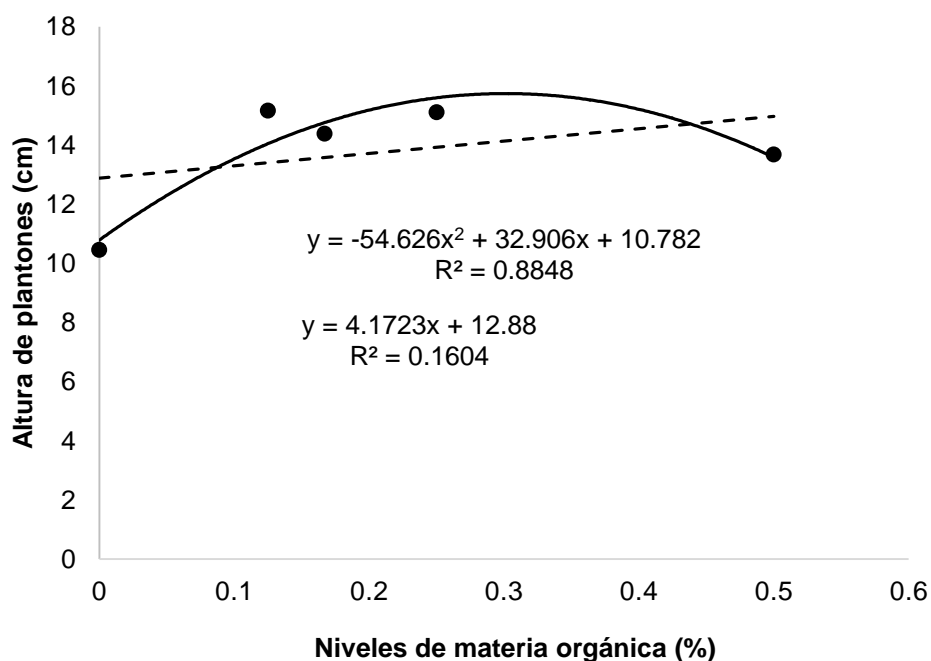
Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

#### 4.1.1. Efecto de las proporciones de bocashi sobre la altura de planta de café

En el Cuadro 8 se puede observar que considerando sólo los cuatro niveles de bocashi, no existieron diferencias significativas entre ellos, pero en comparación con el tratamiento Testigo, se observa que todos los tratamientos que llevaron este material orgánico produjeron plantas de mayor tamaño, debido principalmente, a la influencia de las propiedades físicas del suelo, sin embargo las características químicas, particularmente contenido de N, no fueron de las mejores. En la Figura 2, se observa el efecto que tuvo la aplicación de bocashi en sus diferentes proporciones, incluyendo al Testigo. La Figura 3, confeccionada con los datos del Cuadro 9 y Figura 2, nos muestra una tendencia cuadrática mejor que la lineal con alto coeficiente de determinación ( $R^2=0.88$ ) cuando se incluye al tratamiento Testigo. De este modo, calculando la primera derivada de la ecuación cuadrática se puede determinar el nivel óptimo de aplicación que sería de 30%.



**Figura 2.** Efecto de las proporciones de bocashi sobre la altura de plántones de café.

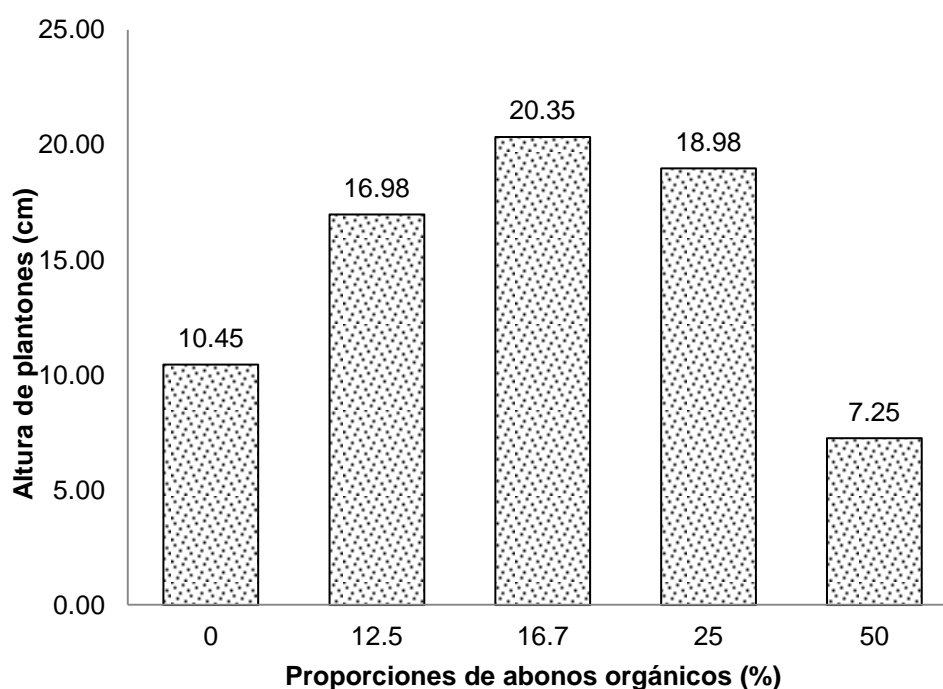


**Figura 3.** Correlación entre la materia orgánica (bocashi) con la altura de plantones.

#### 4.1.2. Efecto de las proporciones de gallinaza sobre la altura de planta de café

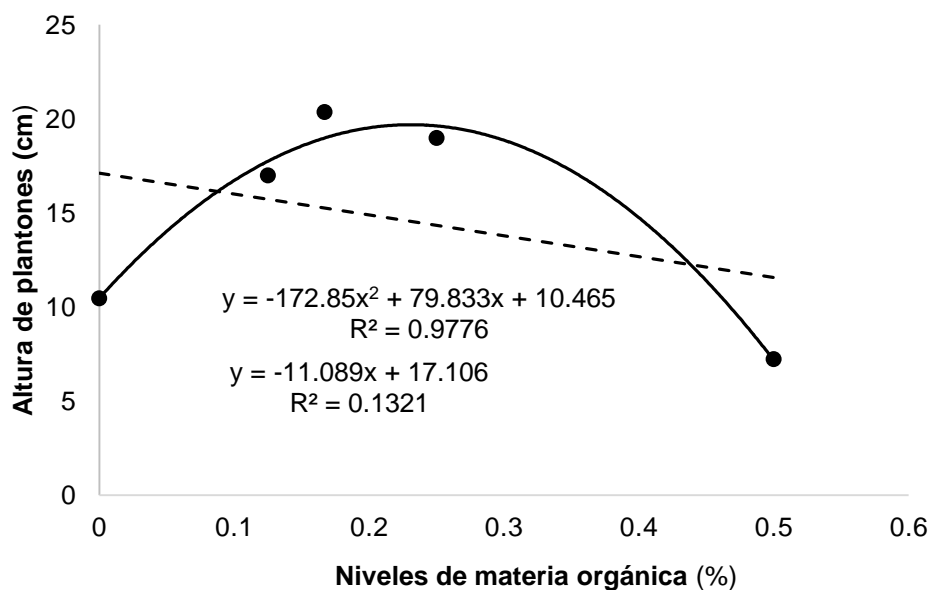
Considerando solamente los tratamientos con Gallinaza del Cuadro 8 y la Figura 4 se puede observar que con la aplicación de 16.7% y 25% de Gallinaza se alcanzaron estadísticamente mayores valores de altura de planta. Al parecer, el primer nivel de Gallinaza (12.5%) fue insuficiente como para lograr un mayor crecimiento de las plantas, pero aun así, superó al tratamiento Testigo; contrariamente, es de resaltar también el efecto depresivo que tuvo la aplicación de 50% de Gallinaza, hecho que ya fue observado en anteriores trabajos de investigación y que fue atribuido a posibles incrementos del contenido de sales (conductividad eléctrica) o al incremento de problemas fitosanitarios por el excesivo almacenamiento de agua, ya que según JULCA et

al. (2002) el uso de la gallinaza en altas concentraciones causan efectos negativos en el desarrollo de la planta de café por poseer alto contenido de sales. Según el análisis químico de los abonos orgánicos (Cuadro 4), la gallinaza tiene 52.37% materia orgánica y aplicaciones en altas concentraciones puede llegar a interferir en el desarrollo de la planta por las presencias de ácidos húmicos, según JARAMILLO (2011), las sustancias húmicas procedentes de la materia orgánica cuando se encuentran en pequeñas dosis, ejercen una influencia positiva sobre la planta, pero su efecto es contrario cuando las dosis son altas. Se aprecia en la Figura 4, que este tratamiento en mención produjo plantas aún más pequeñas que el Testigo.



**Figura 4.** Efecto de las proporciones de gallinaza sobre la altura de plántones de café.





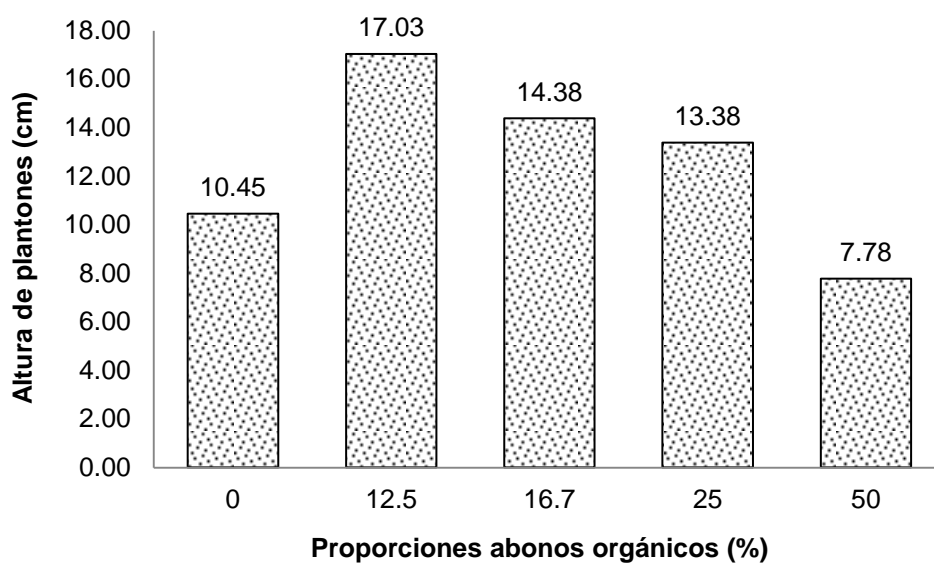
**Figura 5.** Correlación entre la materia orgánica (gallinaza) con la altura de plantones.

La Figura 5 nos muestra la tendencia cuadrática que más se ajusta a la lineal por el crecimiento de las plantas según los niveles de material orgánico aplicado. La derivación de la ecuación obtenida con un coeficiente de determinación de 0.97, nos permite deducir que el nivel óptimo e aplicación con el que alcanzaría la máxima altura de plantas sería de 23% aproximadamente.

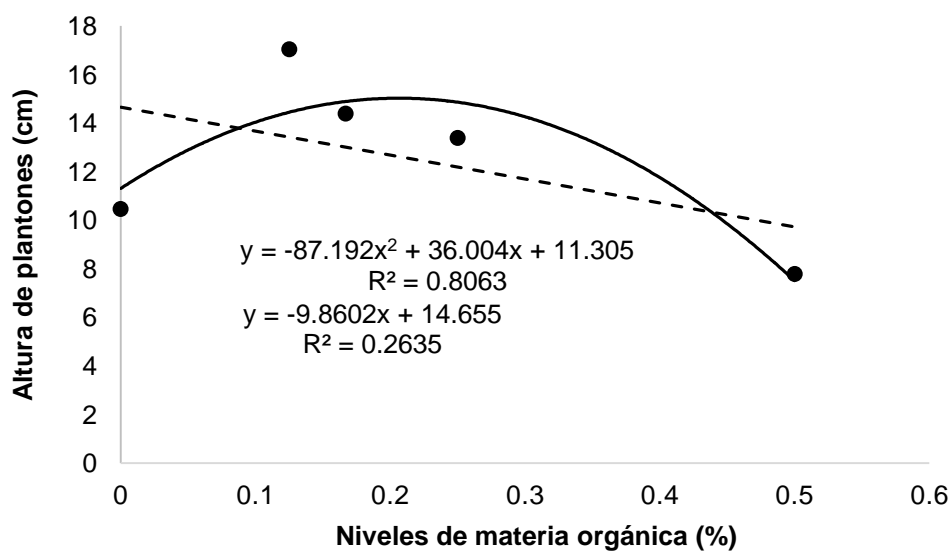
#### **4.1.3. Efecto de las proporciones de estiércol de vacuno sobre la altura de plantones de café**

Al emplear el estiércol de vacuno como componente de sustrato para la producción de plantones de café se observa en el Cuadro 8 y Figura 6 que con sólo aplicar 12.5% de estiércol fue suficiente para alcanzar la mayor altura de planta, y que aplicaciones de 50% podrían resultar perjudiciales como se vio en el caso de la gallinaza y que se explicaría en igual forma. Esta eficiencia también se atribuiría a su relativamente buena calidad nutricional

tanto en N como otros nutrientes; el efecto del estiércol de vacuno se observa que a menor proporción se incrementa la altura, debiéndose posiblemente al antagonismo de nutrientes entre el nitrógeno y potasio, es decir existe un exceso de nitrógeno con respecto al potasio.



**Figura 6.** Efecto de las proporciones de estiércol de vacuno sobre la altura de plantones de café.

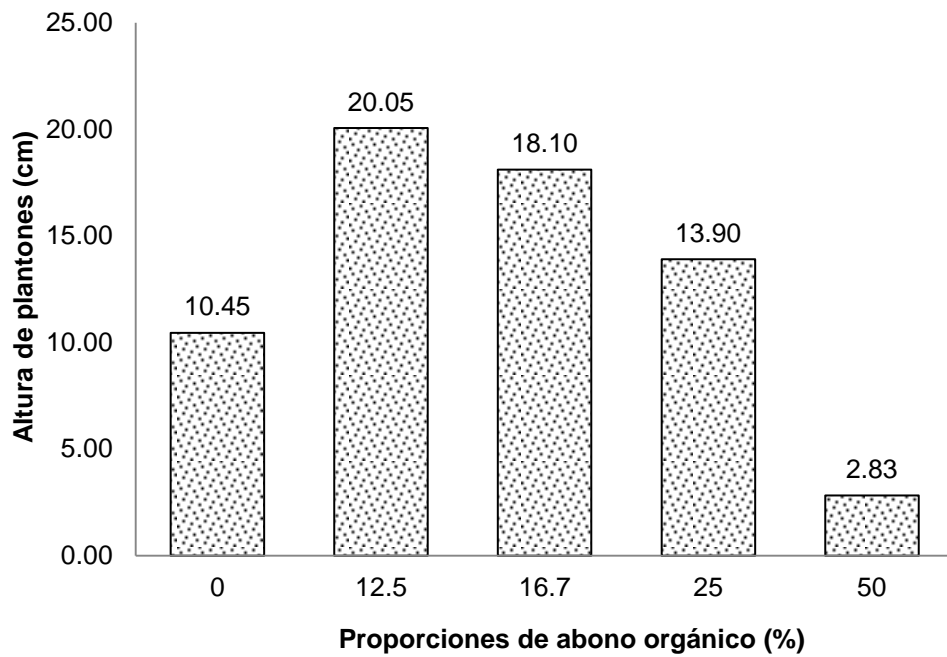


**Figura 7.** Correlación entre la materia orgánica (estiércol de vacuno) con la altura de plantones.

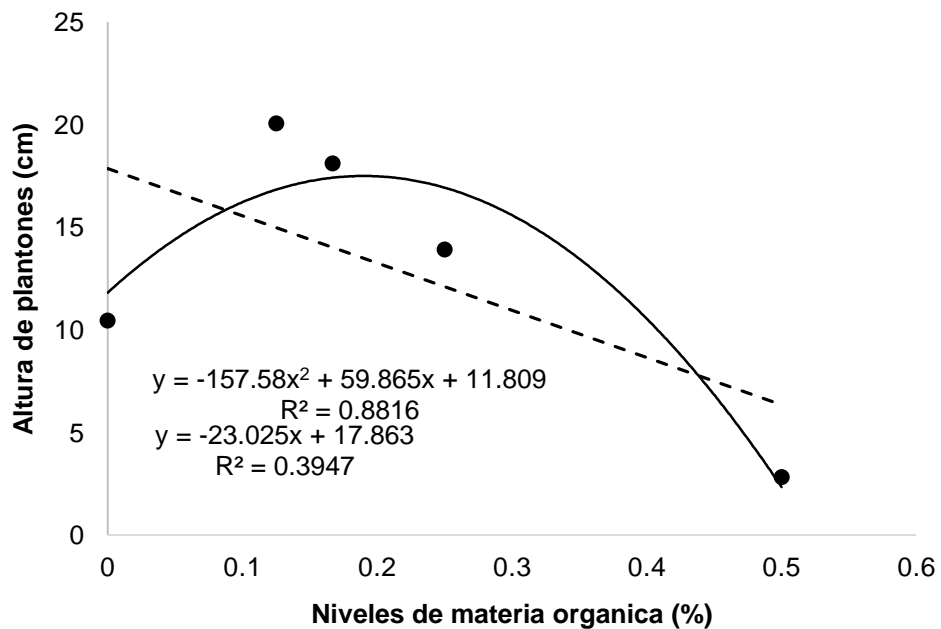
En la Figura 7, se observa también una tendencia cuadrática más que lineal y cuya derivación de la ecuación que presenta un coeficiente de determinación de 0.80, nos permite determinar el nivel óptimo de aplicación del Estiércol de vacuno, que sería de 20.6% con el que se obtendría plantas de 15.02 cm de altura.

#### **4.1.4. Efecto de las proporciones de estiércol de cuy sobre la altura de plántones de café**

Tendencia similar a los tratamientos con estiércol de vacuno se encontró en el caso del estiércol de cuy, con la diferencia que con este material las plantas tuvieron un mejor crecimiento que con el de vacuno y similares estadísticamente con la gallinaza, que ocuparon los primeros lugares según el Cuadro 8. La mencionada tendencia similar observada en los tratamientos con estiércol de vacuno se muestra en la Figura 8 donde se observa que con la primera aplicación de estiércol (12.5%), se consiguieron plantas de mayor tamaño, y con las siguientes proporciones de 16.7%, 25% y 50% el crecimiento de las plantas fue menor conforme se incrementaron las proporciones del material orgánico, al grado que con la última aplicación (50%) el promedio de altura de las plantas ocuparon el último lugar, como se aprecia en el Cuadro 9, al extremo de originar plantitas de 2.83 cm de altura, como se manifestó en el acápite 4.1. La Figura 8 también nos muestra esta tendencia.



**Figura 8.** Efecto de las proporciones de estiércol de cuy sobre la altura de plantones de café.

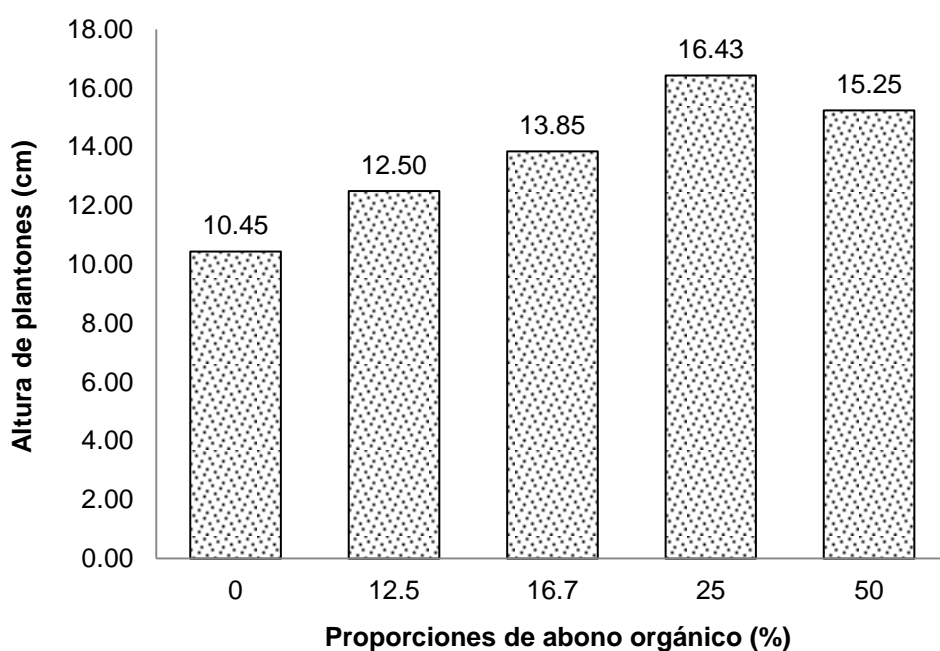


**Figura 9.** Correlación entre la materia orgánica (estiércol de cuy) con la altura de plantones.

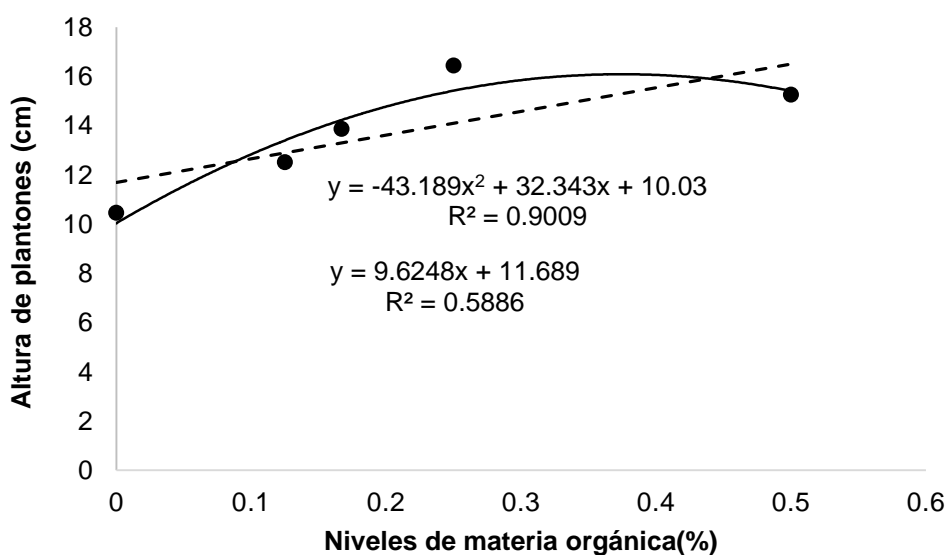
En la Figura 9 se observa un mejor ajuste de las alturas de planta a la tendencia cuadrática que presenta un  $R^2 = 0.88$ , en comparación con la tendencia lineal ( $R^2 = 0.39$ ); haciendo los cálculos pertinentes, se obtiene un máximo crecimiento de las plantas con la aplicación de 19.0% aproximadamente, de estiércol de cuy.

#### **4.1.5. Efecto de las proporciones de compost sobre la altura de planta del café**

Independientemente de la proporción utilizada, la aplicación de Compost ocupó los lugares posteriores a la aplicación de los estiércoles (Cuadro 8), debido probablemente al menor contenido y disponibilidad de N y otros elementos nutricionales (Cuadro 4). Observando la Figura 10 podemos apreciar que cuando se incrementaron los niveles de aplicación de Compost, la altura de planta también se incrementó hasta el nivel de 25%, observándose una tendencia lineal hasta este nivel, pero luego se origina una ligera reducción del crecimiento con el último nivel (50%), reducción que no fue tan dramática como en el caso de los estiércoles, debido probablemente a su menor contenido de sales, como es de suponer. Esta reducción hará que la tendencia cambie a una curva cuadrática. Como se aprecia en dicha figura, si se compara el tratamiento Testigo con el tratamiento que llevó 50% del material orgánico, las plantas del Testigo fueron de menor tamaño que aquel con 50% de Compost.



**Figura 10.** Efecto de las proporciones de compost sobre la altura de plantones de café.



**Figura 11.** Correlación entre la materia orgánica (compost) con la altura de plantones.

En la Figura 11 se presenta las ecuaciones obtenidos con los datos del Cuadro 8 y Figura 10, haciendo énfasis en la tendencia cuadrática que la lineal

por haber alcanzado un mayor coeficiente de determinación ( $R^2 = 0.90$ ). De la ecuación se puede deducir que la proporción máxima de Compost en el sustrato para alcanzar plantas de mayor altura es de 37.4% con lo que se obtendrían plantas de 16.1 cm de altura aproximadamente.

#### 4.2. Efecto de las fuentes de abono orgánico sobre el diámetro de plántones de café

Según la prueba F del análisis de variancia (Cuadro 9), se encontraron diferencias estadísticas significativas en las diferentes fuentes de variación. Con respecto al coeficiente de variabilidad que fue de 10.83%, indica que hubo muy buena homogeneidad en los resultados experimentales.

**Cuadro 9.** Análisis de variancia del diámetro de tallo de plántones de café con aplicación de abonos orgánicos.

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Sig.</b>
Tratamientos	20	1.4100	AS
Mezclas	19	1.4537	AS
Mezclas vs testigo	1	0.5783	S
Error experimental	63	0.1002	
Total	83		
CV. (%):	10.83		

NS : No Significación estadística al 5 % de probabilidad.

AS : Alta Significación estadística al 1 % de probabilidad.

En el Cuadro 10, se observa que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos T<sub>16</sub> (Estiércol de cuy 12.7% (7:1)), T<sub>7</sub> (Gallinaza 16.7% (5:1)), T<sub>6</sub> (Gallinaza 25% (3:1)) y T<sub>12</sub> (Estiércol de vacuno 12.5% (7:1)), T<sub>15</sub> (Estiércol de cuy 16.7% (5:1)), T<sub>8</sub> (Gallinaza 12.5% (7:1)), T<sub>4</sub> (Bocashi 12.5% (7:1)), T<sub>1</sub> (Bocashi 50% (1:1)), T<sub>3</sub> (Bocashi 16.7% (5:1)), T<sub>2</sub> (Bocashi 25% (3:1)), T<sub>10</sub> (Estiércol de vacuno 25% (3:1)), T<sub>17</sub> (Compost 50%

(1:1)) y T<sub>14</sub> (Estiércol de cuy 25% (3:1)) pero sí entre estos tratamientos con el resto. Además se observa el diámetro promedio de los tratamientos interactuantes, fluctuaron de 1.085 a 3.515 cm diámetro correspondiente al tratamiento T<sub>13</sub> (Estiércol de cuy 50% (1:1)) y el tratamiento T<sub>16</sub> (Estiércol de cuy 12.7% (7:1)) que ocuparon el último y primer lugar respectivamente, asimismo el tratamiento T<sub>16</sub> (Estiércol de cuy 12.7% (7:1)), tuvo el promedio más altos en el diámetro del plantón de café, debiéndose a que el estiércol de cuy aporta mayor cantidad de fosforo y potasio (Cuadro 4), además el sustrato empleado en el presente ensayo tiene un nivel medio de nitrógeno (Cuadro 3) permitiendo que el plantón de café tenga mayor diámetro desarrollado; coincidiendo con REVISTA LASALLISTA (2010) quien considera el estiércol de cuy uno de los estiércoles de mejor calidad, junto con el de caballo, por sus propiedades físicas y químicas, por lo que usualmente es usado por los agricultores como abono directo; asimismo para Reátegui, 2010, citado por ESCALANTE (2011), afirma que diámetro de tallo es de suma importancia ya que una planta de café que tenga un mayor diámetro tendrá una estructura vigorosa, sana y resistente al viento, además la materia orgánica mejora la estructura e influencia en la absorción y retención de agua, el mantenimiento de bases intercambiable y la capacidad de suministrar nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y otros elementos nutritivos a las plantas.

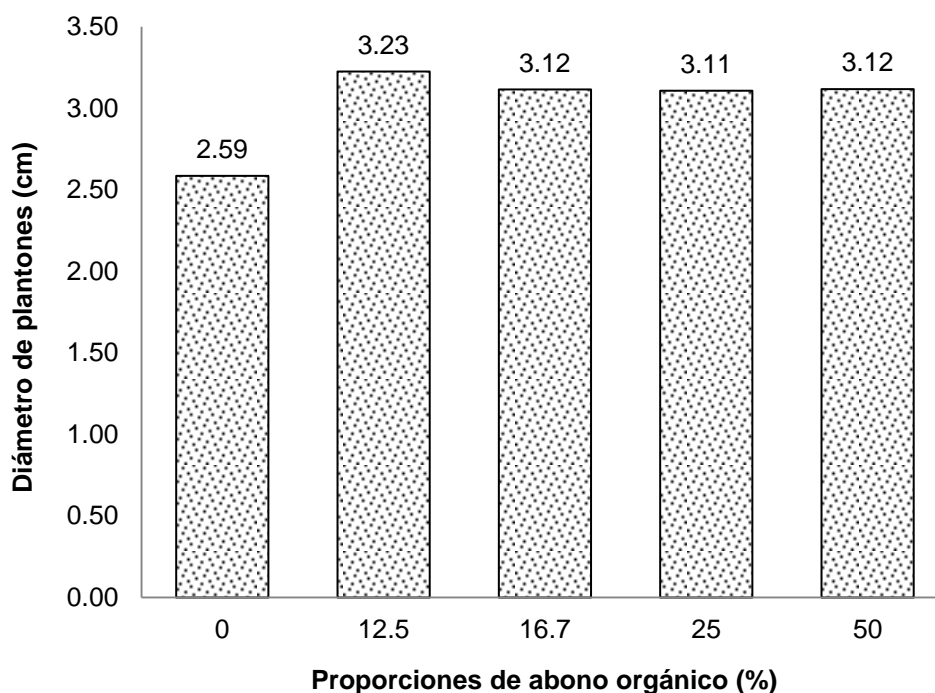


**Cuadro 10.** Prueba de comparación de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) del diámetro de tallo de plantones de café con aplicación de abonos orgánicos.

<b>Tratamientos</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Significación</b>
T <sub>16</sub> Estiércol de cuy 12.7% (7:1)	3.515	a
T <sub>7</sub> Gallinaza 16.7% (5:1)	3.502	a b
T <sub>6</sub> Gallinaza 25% (3:1)	3.475	a b
T <sub>12</sub> Estiércol de vacuno 12.5% (7:1)	3.470	a b
T <sub>15</sub> Estiércol de cuy 16.7% (5:1)	3.452	a b
T <sub>8</sub> Gallinaza 12.5% (7:1)	3.377	a b c
T <sub>4</sub> Bocashi 12.5% (7:1)	3.225	a b c d
T <sub>18</sub> Compost 25% (3:1)	3.202	a b c d
T <sub>1</sub> Bocashi 50% (1:1)	3.117	a b c d e
T <sub>3</sub> Bocashi 16.7% (5:1)	3.115	a b c d e
T <sub>2</sub> Bocashi 25% (3:1)	3.107	a b c d e
T <sub>10</sub> Estiércol de vacuno 25% (3:1)	3.057	a b c d e
T <sub>17</sub> Compost 50% (1:1)	3.045	a b c d e
T <sub>14</sub> Estiércol de cuy 25% (3:1)	2.982	a b c d e
T <sub>19</sub> Compost 16.7% (5:1)	2.965	b c d e
T <sub>11</sub> Estiércol de vacuno 16.7% (5:1)	2.842	c d e
T <sub>20</sub> Compost 12.5% (7:1)	2.745	d e f
T <sub>21</sub> Testigo	2.585	e f
T <sub>9</sub> Estiércol de vacuno 50% (1:1)	2.340	f
T <sub>5</sub> Gallinaza 50% (1:1)	1.870	g
T <sub>13</sub> Estiércol de cuy 50% (1:1)	1.085	h

#### **4.2.1. Efecto de las proporciones de bocashi sobre el diámetro de plantones de café**

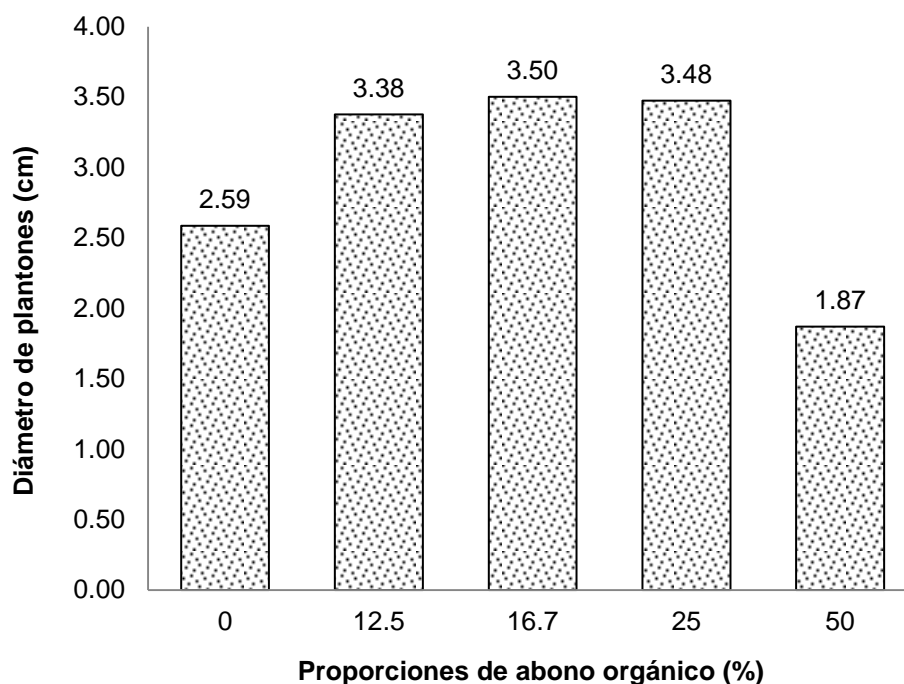
En los tratamientos con bocashi no se observaron diferencias de significación entre proporciones como se apreciará en la Figura 12, aunque se obtuvo mayor diámetro respecto al testigo que tuvo un menor diámetro de tallo.



**Figura 12.** Efecto de las proporciones de bocashi sobre el diámetro de plántones de café.

#### **4.2.2. Efecto de las proporciones de gallinaza sobre el diámetro de plántones de café**

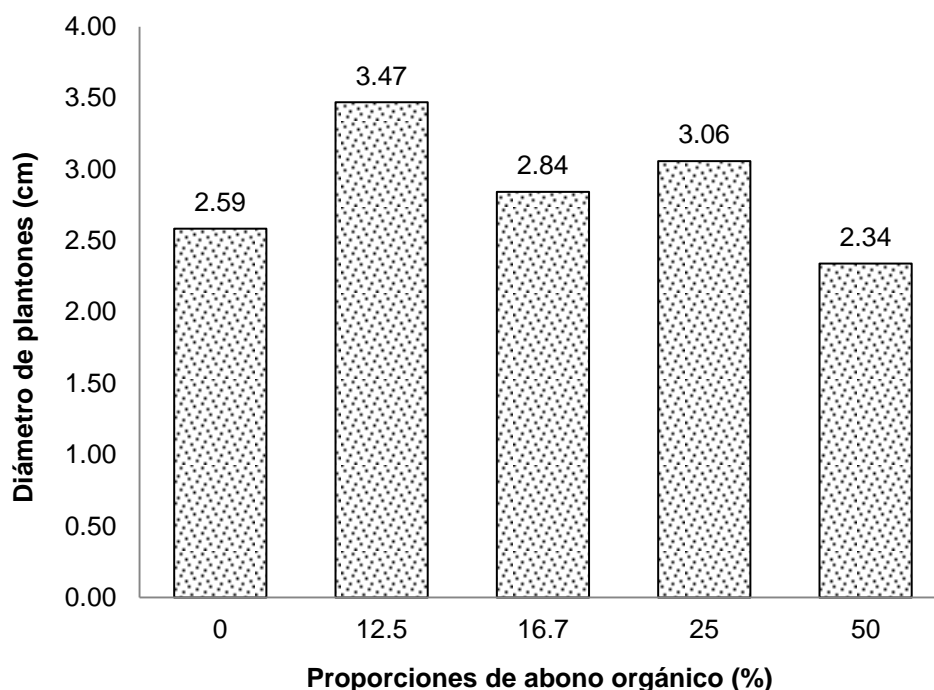
Como se aprecia en la Figura 13 y Cuadro 11, no se encontró diferencias significativas entre las proporciones de 12.5%, 16.7% y 25% de Gallinaza con las que se logró mayor desarrollo en diámetro, en relación a la proporción de 50% de Bocashi y el tratamiento Testigo. En este caso también se volvió a presentar el efecto depresivo de la alta proporción de Gallinaza, que incluso produjo plantas de menor diámetro que el Testigo.



**Figura 13.** Efecto de las proporciones de gallinaza sobre el diámetro de plántones de café.

#### **4.2.3. Efecto de las proporciones de estiércol de vacuno sobre el diámetro de plántones de café**

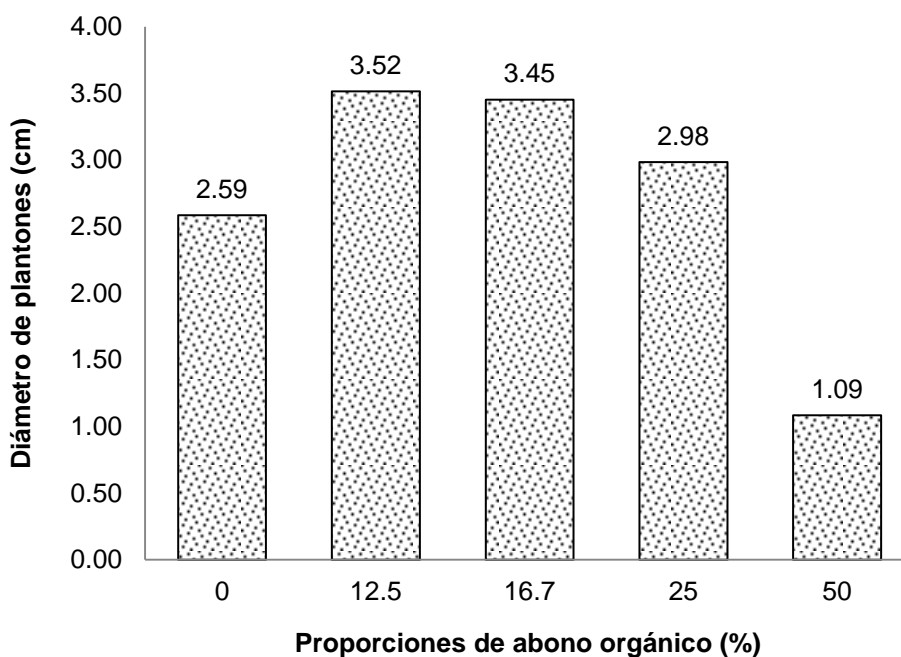
En la Figura 9, se observa que la proporción 12.5% de estiércol de vacuno como componente del sustrato para la producción de plántones de café, ha alcanzado mayor valor promedio en el diámetro del tallo, y la proporción 50% tuvo un menor promedio de diámetro de tallo, debido al contenido de nitrógeno que tiene que se refleja en los análisis del Cuadro 3. El efecto del estiércol de vacuno se observa que a menor proporción se incrementa la altura, debiéndose posiblemente al antagonismo de nutrientes entre el nitrógeno y potasio, es decir existe un exceso de nitrógeno con respecto al potasio (Cuadro 3 y 4).



**Figura 14.** Efecto de las proporciones de estiércol de vacuno sobre el diámetro de plántones de café.

#### **4.2.4. Efecto de las proporciones de estiércol de cuy sobre el diámetro de plántones de café**

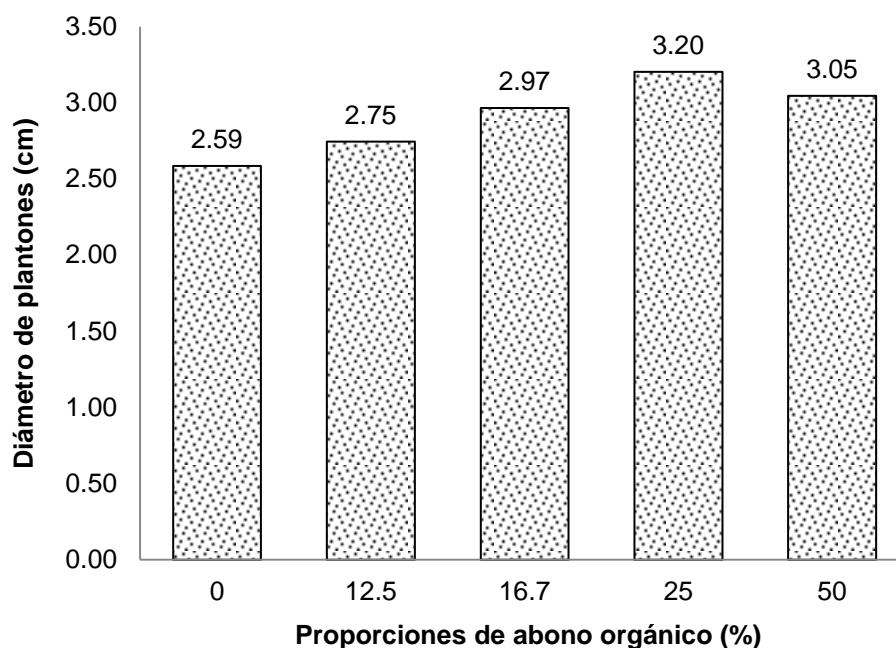
Al aplicar 12.7% el estiércol de cuy como componente del sustrato para la producción de plántones de *C. arabica*, se ha generado mayor valor del diámetro del tallo (Figura 15). Como en el caso de los otros estiércoles, se registró menor promedio al emplear 50% de estiércol de cuy como componente del sustrato, mientras que las demás proporciones alcanzaron valores superiores incluyendo al Testigo.



**Figura 15.** Efecto de las proporciones de estiércol de cuy sobre el diámetro de plántones de café.

#### **4.2.5. Efecto de las proporciones de compost sobre el diámetro de plántones de café**

Debido posiblemente a su menor grado de descomposición, y componentes de la materia orgánica, el diámetro de tallo se fue incrementando hasta el nivel de 25% de compost para luego disminuir ligeramente en el más alto nivel (50%). Asimismo, todas las proporciones utilizadas presentaron un mayor diámetro de tallo en relación al Testigo (Figura 16).



**Figura 16.** Efecto de las proporciones de compost sobre el diámetro de plántones de café.

#### **4.3. Efecto de las fuentes de abono orgánico sobre el volumen de raíces de plántones de café**

La prueba de F del análisis de variancia (Cuadro 11), mostró diferencias estadísticas significativas en las diferentes fuentes de variación. Con respecto al coeficiente de variabilidad, fue de 21.34%, indica que tuvo regular homogeneidad en los resultados experimentales debido probablemente a pérdida de raicillas por efecto del manejo experimental.

**Cuadro 11.** Análisis de varianza de volumen de raíces de plantones de café con aplicación de abonos orgánicos.

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Sig.</b>
Tratamientos	20	2.9405	AS
Mezclas	19	2.9546	AS
Mezclas vs testigo	1	2.672	AS
Error experimental	63	0.2609	
<b>Total</b>	<b>83</b>		
CV. (%):	21.34		
NS	: No Significación estadística al 5 % de probabilidad.		
AS	: Alta Significación estadística al 1 % de probabilidad.		

Del Cuadro 12, se muestra la prueba de medias de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) de la característica volumen de raíces de plantones de café, se observa que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos T<sub>6</sub> (Gallinaza 25% (3:1)), T<sub>7</sub> (Gallinaza 16.7% (5:1)), T<sub>8</sub> (Gallinaza 12.5% (7:1)), T<sub>8</sub> (Estiércol de vacuno 12.5% (7:1)) y T<sub>15</sub> (Estiércol de cuy 16.7% (5:1)); pero sí entre estos cinco tratamientos con el resto. Asimismo, entre el tratamiento T<sub>8</sub> (Gallinaza 12.5% (7:1)), T<sub>12</sub> (Estiércol de vacuno 12.5% (7:1)), T<sub>15</sub> (Estiércol de cuy 16.7% (5:1), y T<sub>16</sub> (Estiércol de cuy 12.5% (7:1)) no existen diferencias estadísticas significativas. Además se observa el volumen radicular promedio de los tratamientos interactuantes, fluctuaron de 1.25 a 4.00 cm<sup>3</sup> correspondiente al tratamiento T<sub>13</sub> (Estiércol de cuy 50% (1:1)) y el tratamiento T<sub>6</sub> (Gallinaza 25% (3:1)) que ocuparon el último y primer lugar respectivamente, asimismo entre los tratamientos T<sub>6</sub> (Gallinaza 25% (3:1)) y T<sub>7</sub> (Gallinaza 16.7% (5:1)), tuvieron los promedios más altos en volumen de plantón de café, pero sin ser estadísticamente significativos entre ellos, pero sí lo son con el resto de tratamientos, debiéndose a que la gallinaza aporta mayor cantidad de nitrógeno (Cuadro 4), además el sustrato empleado en el presente ensayo tiene un nivel

medio de nitrógeno y materia orgánica (Cuadro 3) permitiendo que el plantón de café tenga mayor volumen radicular; además en el último mes del experimento se incrementó la temperatura, y baja precipitación lo cual permite que los microorganismos tengan un mejor actividad microbiana para la mineralización de nutrientes, y permitir que el plantón de café tenga adecuados procesos fisiológicos para el crecimiento y desarrollo del mismo (Cuadro 2); corroborado por ESTRADA (2005) afirma que la gallinaza está determinada principalmente por: el tipo de alimento, la edad del ave, la cantidad de alimento desperdiciado, la cantidad de plumas, la temperatura ambiente y la ventilación del galpón; sin embargo para TOBAR (2002), afirma que para solucionar este problema es necesario someter la gallinaza a secado, que además facilita el manejo, asimismo al ser deshidratada, se produce un proceso de fermentación aeróbica que genera nitrógeno orgánico, siendo mucho más estable; además RODRÍGUEZ (2009), indica que la gallinaza se utiliza tradicionalmente como abono, su composición depende principalmente de la dieta y del sistema de alojamiento de las aves.

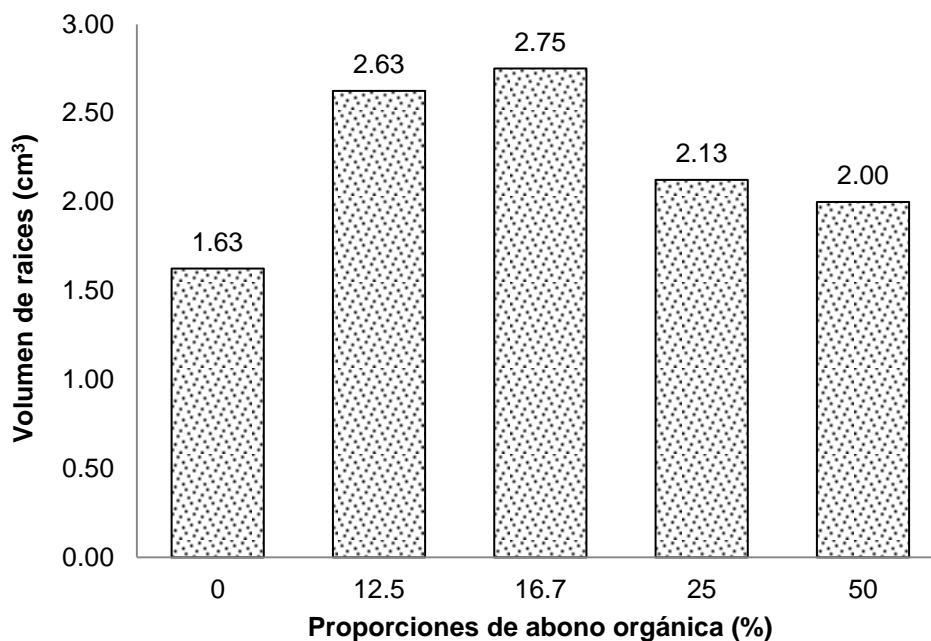


**Cuadro 12.** Prueba de comparación de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) de volumen de raíces de plántones de café con aplicación de abonos orgánicos.

<b>Tratamientos</b>	<b>Volumen (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Significación</b>
T <sub>6</sub> Gallinaza 25% (3:1)	4.00	a
T <sub>7</sub> Gallinaza 16.7% (5:1)	4.00	a
T <sub>8</sub> Gallinaza 12.5% (7:1)	3.75	a b
T <sub>12</sub> Estiércol de vacuno 12.5% (7:1)	3.63	a b c
T <sub>15</sub> Estiércol de cuy 16.7% (5:1)	3.13	a b c d
T <sub>16</sub> Estiércol de cuy 12.5% (7:1)	2.88	b c d e
T <sub>3</sub> Bocashi 16.7% (5:1)	2.75	c d e f
T <sub>4</sub> Bocashi 12.5% (7:1)	2.63	d e f g
T <sub>11</sub> Estiércol de vacuno 16.7% (5:1)	2.50	d e f g
T <sub>2</sub> Bocashi 25% (3:1)	2.13	e f g h
T <sub>10</sub> Estiércol de vacuno 25% (3:1)	2.13	e f g h
T <sub>18</sub> Compost 25% (3:1)	2.13	e f g h
T <sub>1</sub> Bocashi 50% (1:1)	2.00	f g h i
T <sub>14</sub> Estiércol de cuy 25% (3:1)	1.88	g h i
T <sub>17</sub> Compost 50% (1:1)	1.88	g h i
T <sub>19</sub> Compost 16.7 (5:1)	1.88	g h i
T <sub>20</sub> Compost 12.5% (7:1)	1.88	g h i
T <sub>9</sub> Estiércol de vacuno 50% (1:1)	1.63	h i
T <sub>21</sub> Testigo	1.63	h i
T <sub>5</sub> Gallinaza 50% (1:1)	1.25	i
T <sub>13</sub> Estiércol de cuy 50% (1:1)	1.25	i

#### **4.3.1. Efecto de las proporciones de bocashi sobre el volumen de raíces de plántones de café**

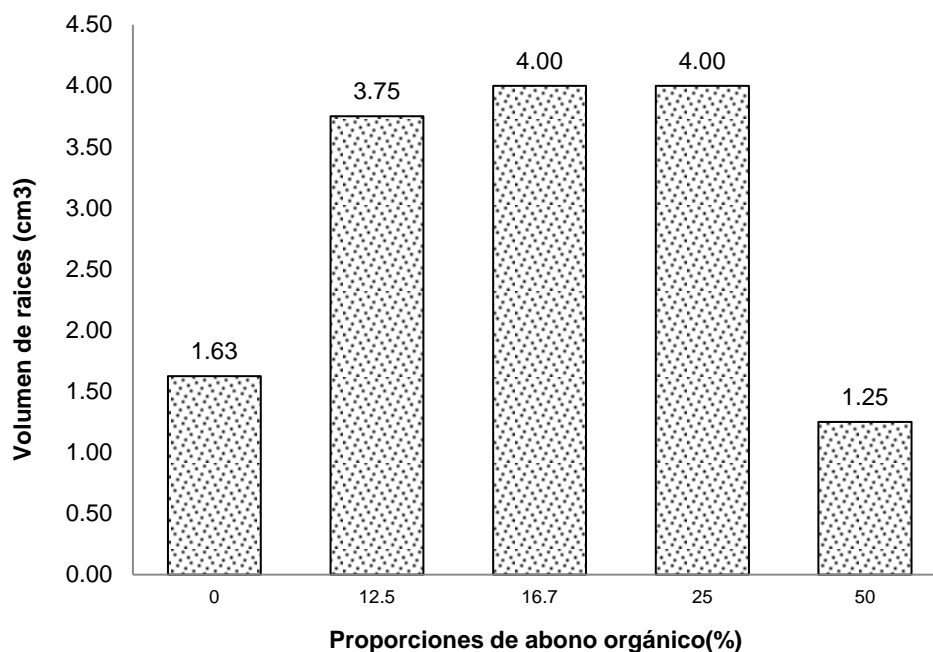
Se observa en la Figura 17, que el volumen de raíces se incrementó con la aplicación del bocashi hasta la proporción de 16.7%, reduciéndose con los niveles mayores de 25 y 50%.



**Figura 17.** Efecto de las proporciones de bocashi sobre el volumen de raíces de plantones de café.

#### **4.3.2. Efecto de las proporciones de gallinaza sobre el volumen de raíces de plantones de café**

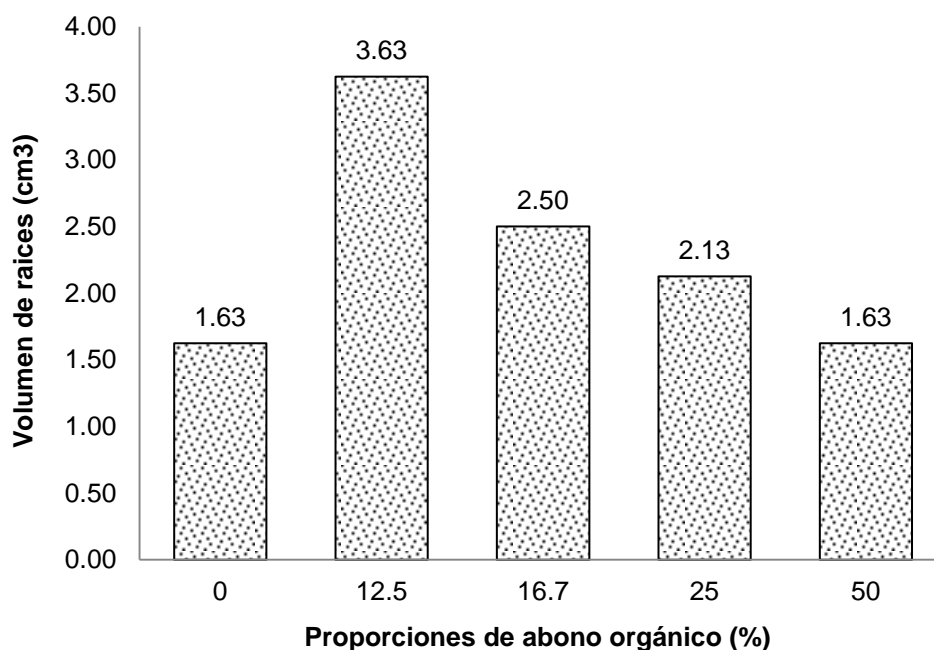
El empleo de la gallinaza en la proporción 3:1 que representa un 25% del sustrato, tiene mayor promedio de la variable volumen de raíces, mientras que al emplear un 50% de este abono como componente del sustrato, registra limitantes sobre el volumen de raíces por el contenido de nitrógeno que tiene la gallinaza (Figura 18).



**Figura 18.** Efecto de las proporciones de gallinaza sobre el volumen de raíces de plántones de café.

#### **4.3.3. Efecto de las proporciones de estiércol de vacuno sobre el volumen de raíces de plántones de café**

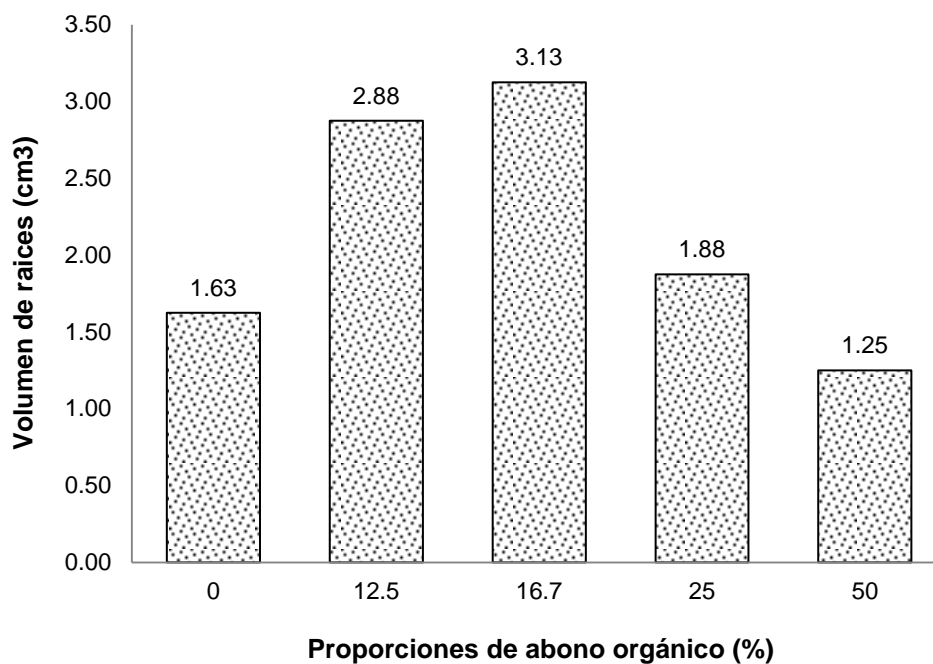
Al emplear el estiércol de vacuno como componente de sustrato para la producción de plántones de café en la proporción de 50% al igual que el testigo, el incremento de la variable volumen de raíces de la planta es muy limitante, mientras que el uso del 12.5% del total del sustrato registra mejores efectos hasta los 150 días después del repique (Figura 19). El efecto del estiércol de vacuno se observa que a menor proporción se incrementa la altura, debiéndose posiblemente al antagonismo de nutrientes entre el nitrógeno y potasio, es decir existe un exceso de nitrógeno con respecto al potasio (Cuadro 3 y 4).



**Figura 19.** Efecto de las proporciones de estiércol de vacuno sobre el volumen de raíces de plántones de café.

#### **4.3.4. Efecto de las proporciones de estiércol de cuy sobre el volumen de raíces de plántones de café**

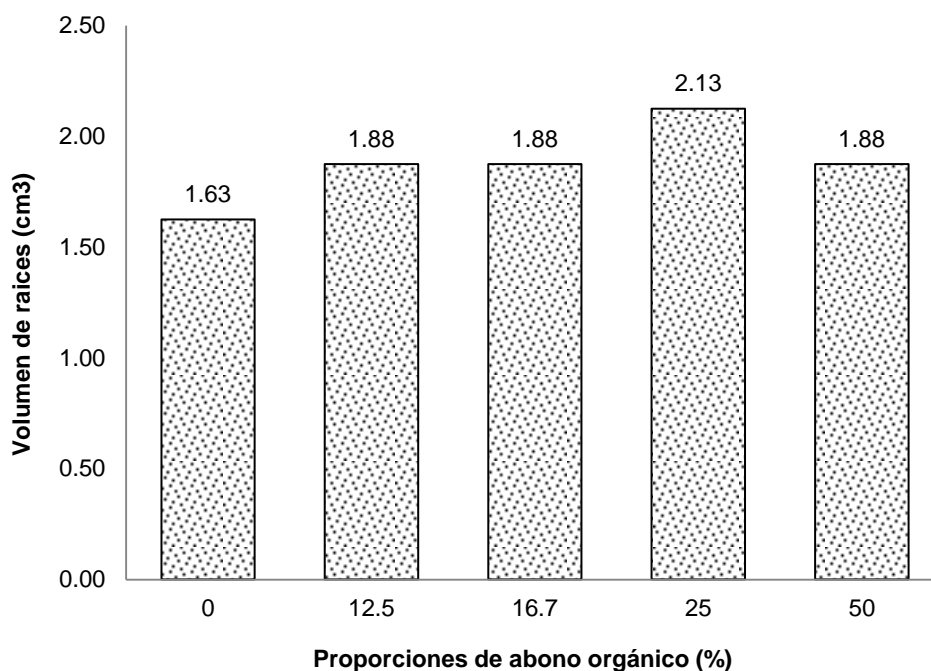
Los plántones de café repicados en el sustrato con 50% de estiércol de cuy generó menor valor promedio de volumen de raíces en comparación al uso de las demás proporciones y del testigo, los sustratos cuyas proporciones fueron 12.5% y 16.7% registraron los mayores valores promedios de volumen de raíces, seguido de la proporción 25% (Figura 20).



**Figura 20.** Efecto de las proporciones de estiércol de cuy sobre el volumen de raíces de plantones de café.

#### **4.3.5. Efecto de las proporciones de compost sobre el volumen de raíces de plantones de café**

El uso del compost en 25% registró valores promedio superiores a los 150 días después de repique, seguido por las proporciones 50%, 16.7%, la proporción que menos repercutió que fue el de 12.5%, y por último el testigo que tuvo un menor volumen de raíces (Figura 21).



**Figura 21.** Efecto de las proporciones de compost sobre el volumen de raíces de plantones de café.

#### 4.4. Efecto de las fuentes de abono orgánico sobre la materia seca de plantones de café

En la prueba F del análisis de variancia (Cuadro 13), se observan diferencias estadísticas significativas entre tratamientos y mezclas. Con respecto al coeficiente de variabilidad, fue de 13.30%, que indica que hubo buena homogeneidad de los resultados experimentales.

**Cuadro 13.** Análisis de variancia de materia seca de plantones de café con aplicación de abonos orgánicos.

Fuente de variación	GL	CM	Sig.
Tratamientos	20	2.5271	AS
Mezclas		19	2.5244
Mezclas vs testigo		1	2.5772
Error experimental	63	0.0527	
<b>Total</b>	<b>83</b>		

CV. (%): 13.30

NS : No Significación estadística al 5 % de probabilidad.

AS : Alta Significación estadística al 1 % de probabilidad.

En el Cuadro 14, se muestra la prueba de comparación de medias de Duncan ( $\alpha=0.05$ ), observándose que el tratamiento T<sub>6</sub> (Gallinaza (25%)) fue el que mayor efecto en la materia seca con 3.69 g, seguido por los tratamientos T<sub>7</sub> Gallinaza (16.7%) y T<sub>15</sub> Estiércol de cuy 16.7%, que estadísticamente son similar en el peso de la materia seca del plantón de café. Además se observa el peso de la materia seca promedio de los tratamientos interactuantes, fluctuaron de 0.55 a 3.69 g de materia seca correspondiente al tratamiento T<sub>13</sub> (Estiércol de cuy 50% (1:1)) y el tratamiento T<sub>6</sub> (Gallinaza 25% (3:1)) que ocuparon el último y primer lugar respectivamente, asimismo los tratamientos T<sub>6</sub> (Gallinaza 25% (3:1)), T<sub>7</sub> (Gallinaza 16.7% (5:1)), tuvieron los promedios más altos en materia seca de plantón de café, pero sin ser estadísticamente significativos entre ellos, pero sí lo son con el resto de tratamientos, debiéndose a que la gallinaza aporta mayor cantidad de nitrógeno (Cuadro 4), además el sustrato empleado en el presente ensayo tiene un nivel medio de nitrógeno (Cuadro 3) permitiendo que el plantón de café tenga mayor crecimiento; asimismo los estiércoles evaluados con una proporción del 50% generaron efectos perjudiciales lo cual se justifica por varias razones, porque al aplicar este material orgánico favorablemente, ayuda a reducir la evaporación y se conserva más agua; sin embargo, al exceder este material, la humedad en el sustrato se incrementa, corroborado por (AGRO ESTRATEGIAS, 2017) afirma que el exceso de humedad en un suelo con mayores contenidos de materia orgánica tienen mayor concentración de microorganismos respirando por unidad de volumen de suelo, produciendo acumulación de nitritos que son tóxicos para las raíces de las plantas.

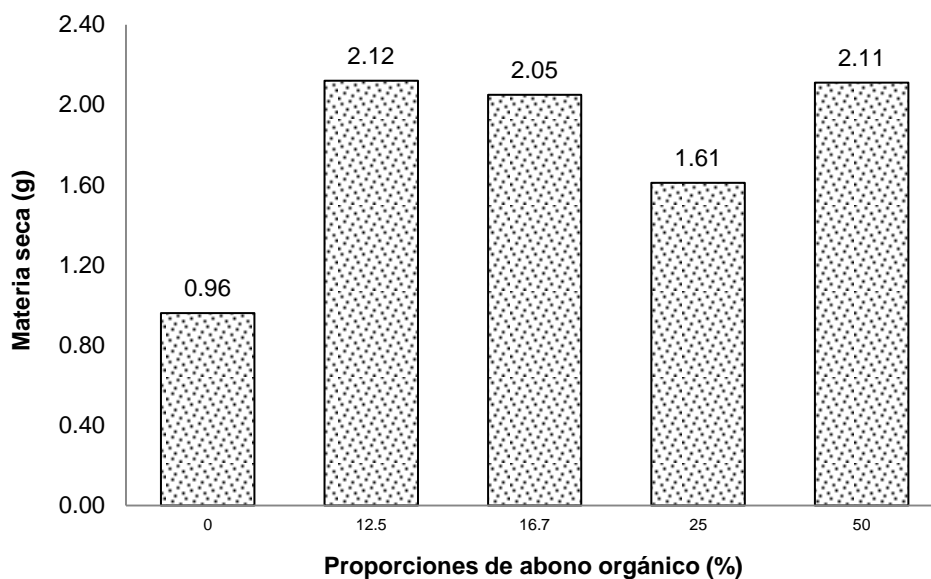
**Cuadro 14.** Prueba de comparación de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) de materia seca de  
plantones de café con aplicación de abonos orgánicos.

<b>Tratamientos</b>	<b>Materia seca (g)</b>	<b>Sig.</b>
T <sub>6</sub> Gallinaza 25% (3:1)	3.69	a
T <sub>7</sub> Gallinaza 16.7% (5:1)	2.93	b
T <sub>15</sub> Estiércol de cuy 16.7% (5:1)	2.72	b
T <sub>8</sub> Gallinaza 12,5% (7:1)	2.29	c
T <sub>16</sub> Estiércol de cuy 12.5% (7:1)	2.27	c
T <sub>4</sub> Bocashi 12.5% (7:1)	2.12	c d
T <sub>1</sub> Bocashi 50% (1:1)	2.11	c d
T <sub>3</sub> Bocashi 16.7% (5:1)	2.05	c d
T <sub>12</sub> Estiércol de vacuno 12.5% (7:1)	2.05	c d
T <sub>18</sub> Compost 25% (3:1)	1.98	c d e
T <sub>21</sub> Testigo	1.79	d e f
T <sub>2</sub> Bocashi 25% (3:1)	1.61	e f g
T <sub>17</sub> Compost 50% (1:1)	1.46	f g h
T <sub>10</sub> Estiércol de vacuno 25% (3:1)	1.43	f g h
T <sub>11</sub> Estiércol de vacuno 16.7% (5:1)	1.38	g h i
T <sub>14</sub> Estiércol de cuy 25% (3:1)	1.37	g h i
T <sub>19</sub> Compost 16.7% (5:1)	1.19	h i j
T <sub>20</sub> Compost 12.5% (7:1)	1.02	i j
T <sub>9</sub> Estiércol de vacuno 50% (1:1)	0.94	j
T <sub>5</sub> Gallinaza 50% (1:1)	0.55	k
T <sub>13</sub> Estiércol de cuy 50% (1:1)	0.55	l

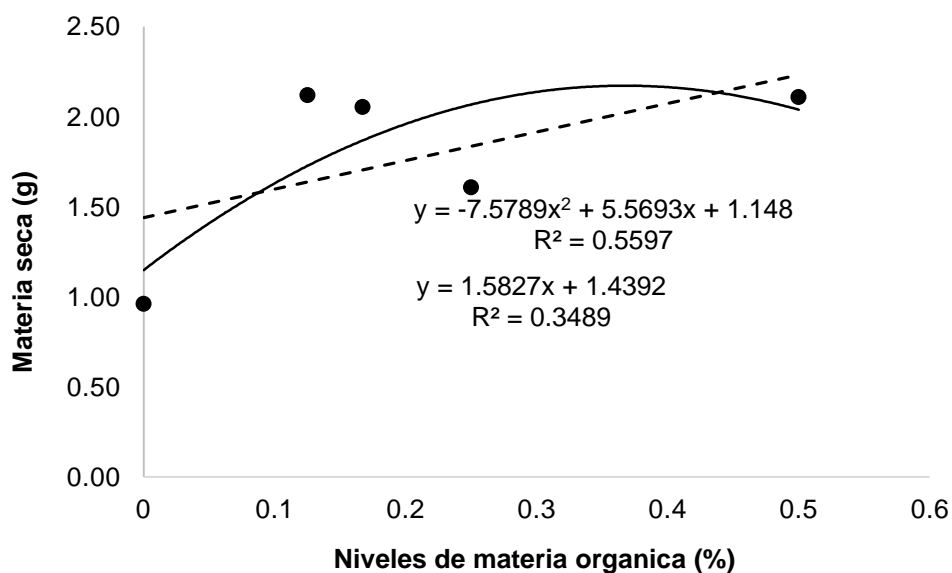
#### **4.4.1. Efecto de las proporciones de bocashi sobre la materia seca de plantones de café**

Debido a la escasa descomposición del bocashi en el proceso de compostaje, al tratarse de un compost inmaduro, no se han registrado diferencias entre los niveles aplicados, y con la sola aplicación del 12.5% (abono orgánico) se obtuvo el mayor incremento de materia seca (Figura 22).





**Figura 22.** Efecto de las proporciones de bocashi sobre la materia seca de plántones de café.

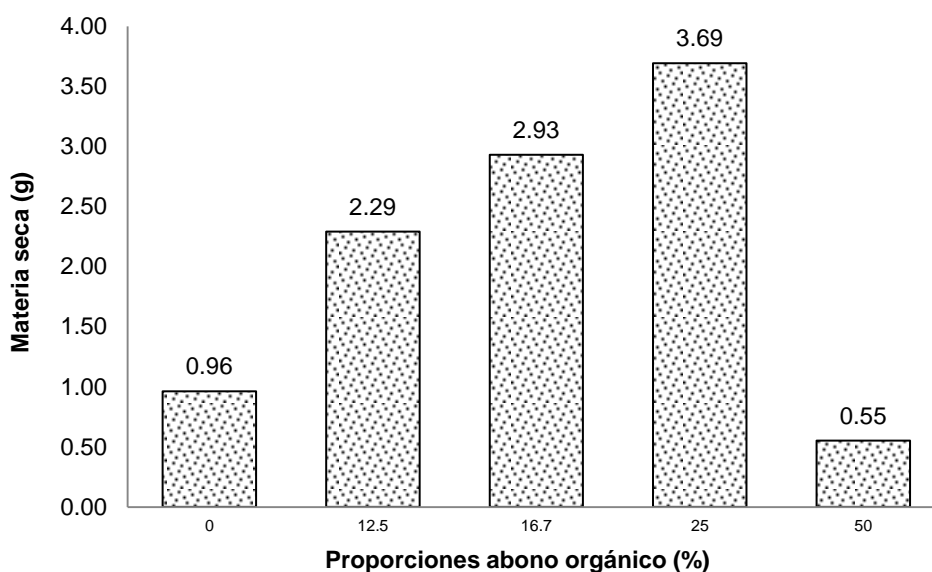


**Figura 23.** Correlación entre la materia orgánica (bocashi) con la materia seca.

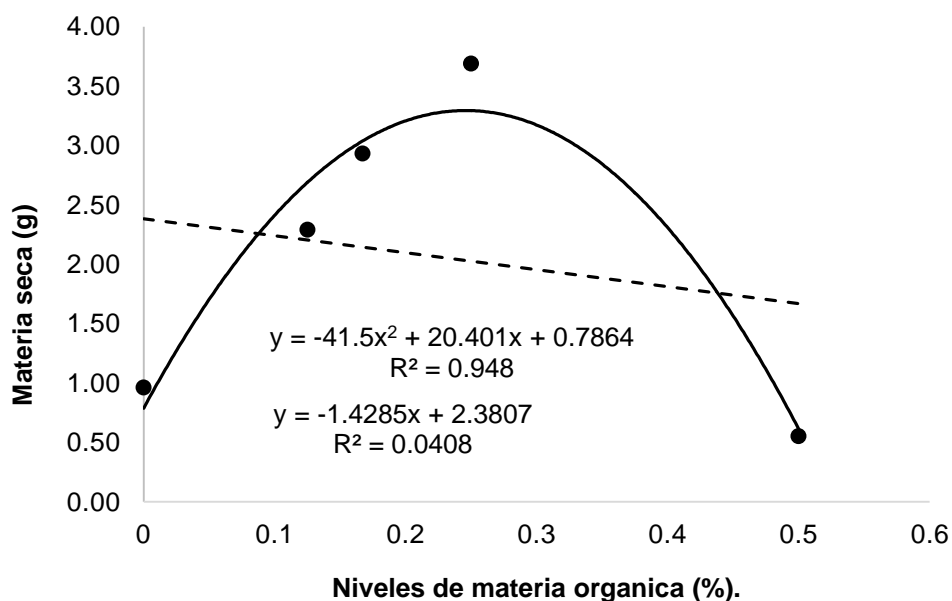
No se encontró una tendencia definida en esta característica, ya que la curva obtenida en la Figura 23, muestra más una tendencia lineal que cuadrática.

#### 4.4.2. Efecto de las proporciones de gallinaza sobre materia seca de plántones de café

Como se muestra en la Figura 24, al aumentarse el nivel de aplicación de 12.5 hasta 25% se obtuvieron incrementos proporcionales de materia seca para decaer dramáticamente en el nivel de 50%. Estos resultados coinciden con VILLA (2018), afirmando que al emplear los niveles de 5, 20 y 35% de Gallinaza no existió diferencias estadísticas pero tuvieron un efecto mejor, sin embargo el uso de 50% de gallinaza reduce el peso de la materia seca; además JULCA *et al.* (2002), sostiene que un 60% de materia orgánica en los sustratos no mejoró la calidad de estos, indicando que cantidades excesivas de materia orgánica podrían tener efectos negativos sobre el crecimiento de raíces, el efecto es posiblemente su alto contenido de sales como en el caso de la gallinaza.



**Figura 24.** Efecto de las proporciones de gallinaza sobre la materia seca de plántones de café.



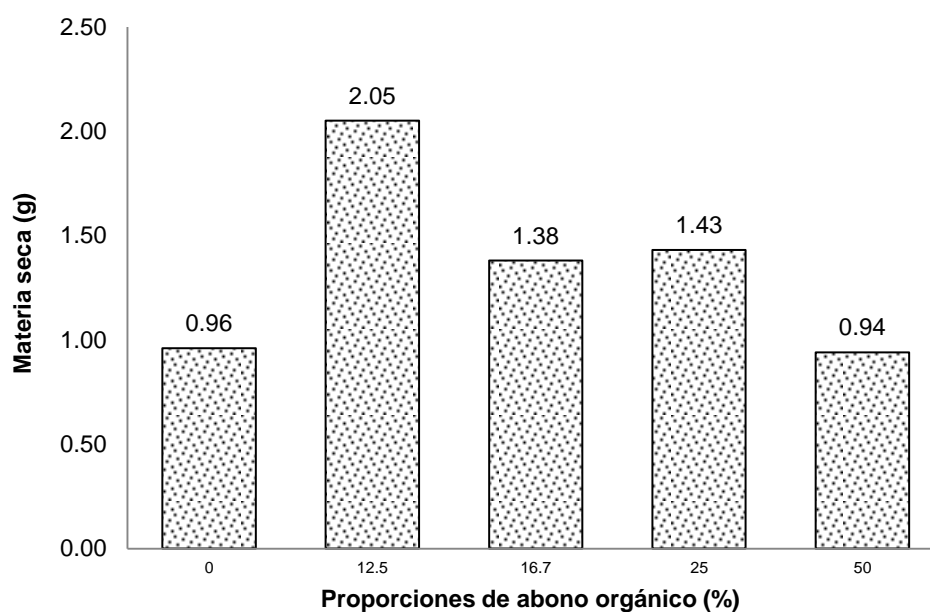
**Figura 25.** Correlación entre la materia orgánica (gallinaza) con la materia seca.

La Figura 25 nos muestra una mejor tendencia cuadrática que lineal obtenida por el incremento de materia seca según los niveles de material orgánico aplicado. La derivación de la ecuación obtenida con un coeficiente de determinación de 0.948, nos permite deducir que el nivel óptimo de aplicación con el que alcanzaría la máxima altura de plantas sería de 24.5% aproximadamente.

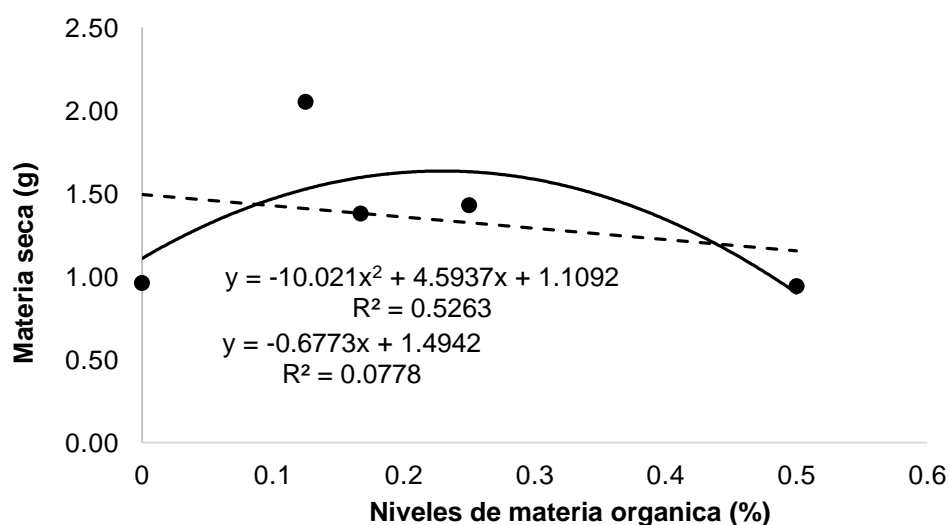
#### **4.4.3. Efecto de las proporciones de estiércol de vacuno sobre materia seca de plantones de café**

En el caso del estiércol de vacuno, se registraron los mayores valores de materia seca al emplear proporciones del 12.5% de abono orgánico como componente del sustrato, para disminuir la producción de materia seca en las demás proporciones, al grado que la aplicación de 50% resultó similar al

tratamiento Testigo (Figura 26). El efecto del estiércol de vacuno se observa que a menor proporción se incrementa la altura, debiéndose posiblemente al antagonismo de nutrientes entre el nitrógeno y potasio, es decir existe un exceso de nitrógeno con respecto al potasio (Cuadro 3 y 4).



**Figura 26.** Efecto de las proporciones de estiércol de vacuno sobre la materia seca de plántulas de café.

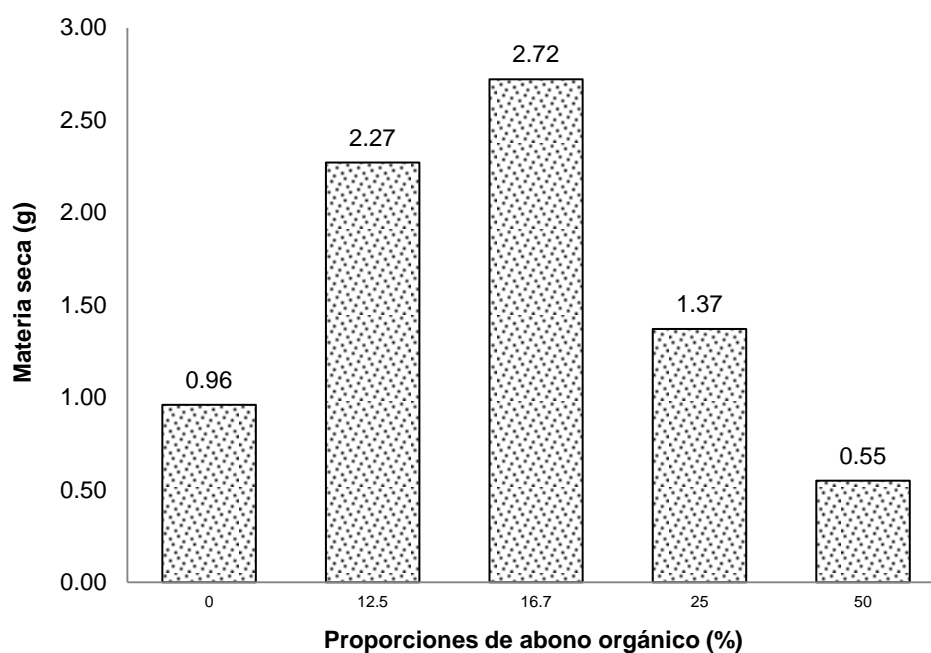


**Figura 27.** Correlación entre la materia orgánica (estiércol de vacuno) con la materia seca.

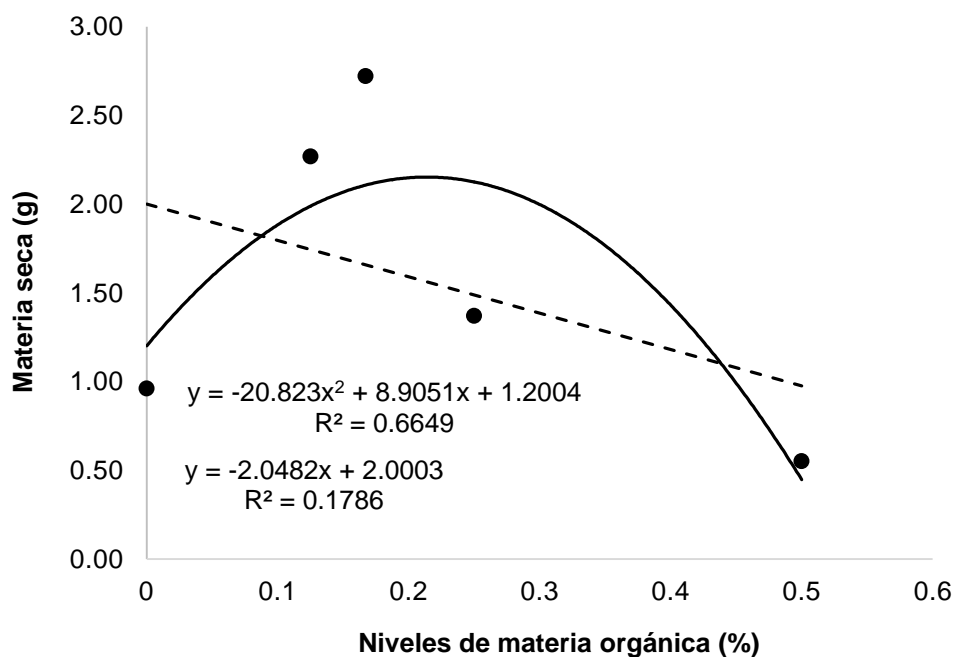
No se ha encontrado una tendencia definida al usar el estiércol de vacuno como materia orgánica, ya que la curva obtenida en la Figura 27 muestra más una tendencia cuadrática que lineal.

#### 4.4.4. Efecto de las proporciones de estiércol de cuy sobre la materia seca de plántones de café

La aplicación de 16.7% de estiércol de cuy generó mayor valor promedio de materia seca en comparación a las demás proporciones y también en relación al testigo (Figura 28). Aplicaciones mayores provocaron la disminución de la producción de materia seca.



**Figura 28.** Efecto de las proporciones de estiércol de cuy sobre la materia seca de plántones de café.

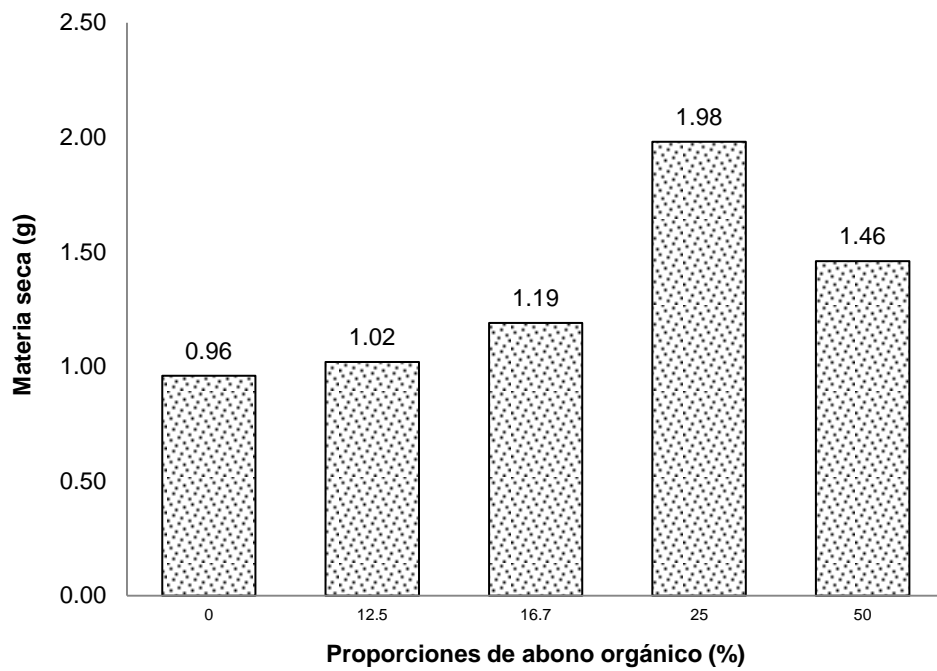


**Figura 29.** Correlación entre la materia orgánica (estiércol de cuy) con la materia seca.

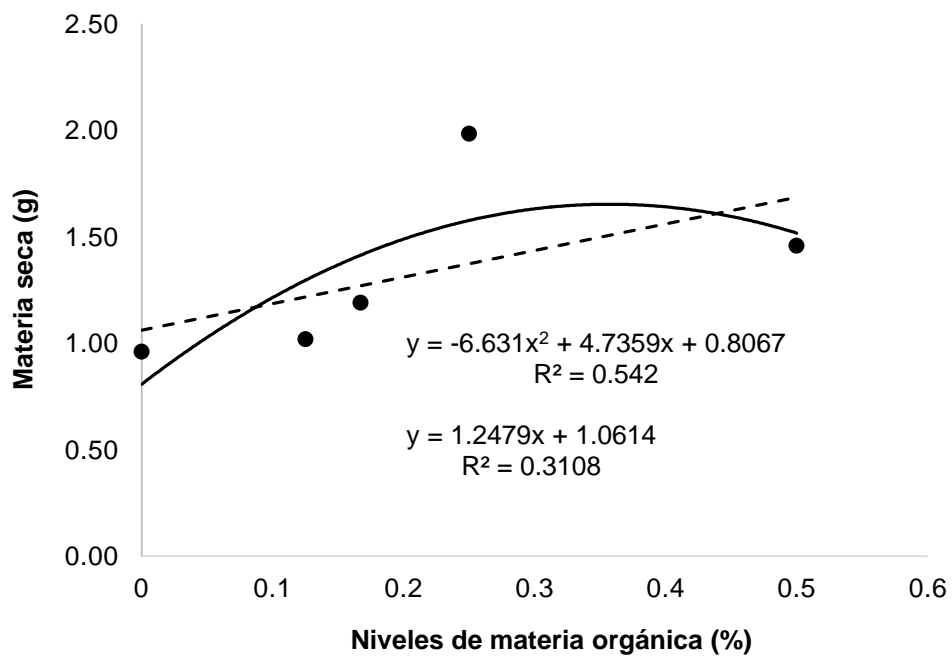
Según la ecuación cuadrática obtenida (Figura 29), que se ajusta más que la lineal se obtiene que el nivel óptimo de aplicación de cuyasa fuera de 21% con lo que alcanzaría un rendimiento máximo de 2.15 gr de materia seca.

#### **4.4.5. Efecto de las proporciones de compost sobre la materia seca de plantones de café**

El uso de 25% compost registró valores promedios superiores a los 150 días posteriores al repique, seguido por las proporciones 50%, 16.7%, 12.5%, y por último el testigo que tuvo un menor rendimiento de materia seca comparado con los tratamientos que llevaron dicho abono orgánico (Figura 30).



**Figura 30.** Efecto de las proporciones de compost sobre la materia seca de plantones de café.



**Figura 31.** Correlación entre la materia orgánica (compost) con la materia seca.

La tendencia al usar como materia orgánica (compost), es la de una curva (Figura 31) que muestra más una tendencia cuadrática que lineal.

#### 4.5. Efecto de las fuentes de abono orgánico sobre el área foliar de plántones de café

En la prueba F del análisis de variancia (Cuadro 15), se encontraron diferencias estadísticas significativas en las diferentes fuentes de variación. Con respecto al coeficiente de variabilidad que fue de 18.94%, indica que hubo buena homogeneidad en los resultados experimentales.

**Cuadro 15.** Análisis de varianza de área foliar de plántones de café con aplicación de abonos orgánicos.

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Sig.</b>
Tratamientos	20	43330.96	AS
Mezclas	19	43643.87	AS
Mezclas vs testigo	1	37385.81	S
Error experimental	63	1641.04	
<b>Total</b>	<b>83</b>		

CV. (%): 18.94

NS : No Significación estadística al 5 % de probabilidad.

AS : Alta Significación estadística al 1 % de probabilidad.

En el Cuadro 16, se presenta la prueba de comparación de medias de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) del área foliar, observándose en líneas generales que, los tratamientos que llevaron las diferentes formas de estiércol (Gallinaza, Vacuno y Cuy) produjeron plantas con mayor área foliar, en relación a los materiales compostados (Compost y Bocashi), con excepción de aquellos en los que se aplicó 50 % de estiércol (Estiércol de vacuno, 50%; Gallinaza, 50%; y Estiércol de cuy, 50%) que presentaron áreas foliares inferiores a los demás tratamientos en estudio. El área foliar del tratamiento Testigo resultó superior al



de los últimos tratamientos mencionados. La superioridad de los diferentes estiércoles en proporciones menores al 50% se explicaría según ALEGRE *et al.* (s/a), por el rol del nitrógeno que constituye la materia viva (ácidos nucleicos, coenzimas), forma las proteínas e integra la molécula de clorofila que influyen en el desarrollo vegetativo y en la utilización de los carbohidratos.

Se observa que los tratamientos con Gallinaza (25%) y Gallinaza (16.7%) presentaron áreas foliares similares y superiores a los tratamientos con Estiércol de Cuy (16.7% y 12.5%) que ocuparon el segundo lugar siendo superiores al Estiércol de Vacuno en términos generales. El Compost y Bocashi ocuparon posiciones posteriores.

El mayor efecto de los estiércoles podría atribuirse a las reacciones inmediatas del abono orgánico en el suelo de manera que suministra elementos necesarios para la planta, y según el análisis fisicoquímico presentan alto contenido de materia orgánica (52.37%, 41.52% y 27.57% para la Gallinaza, Estiércol de Cuy y Estiércol de Vacuno respectivamente, según el Cuadro 4). Información corroborada con GONZÁLES (2007), señala que la productividad de una planta en términos ecofisiológicos depende de la cantidad de materia orgánica acumulada en un periodo de tiempo en relación a una determinada área foliar; también señala el mismo autor que las plantas de café se pueden considerar como convertidores de CO<sub>2</sub> y de energía solar en carbohidratos los cuales son utilizados en su desarrollo.

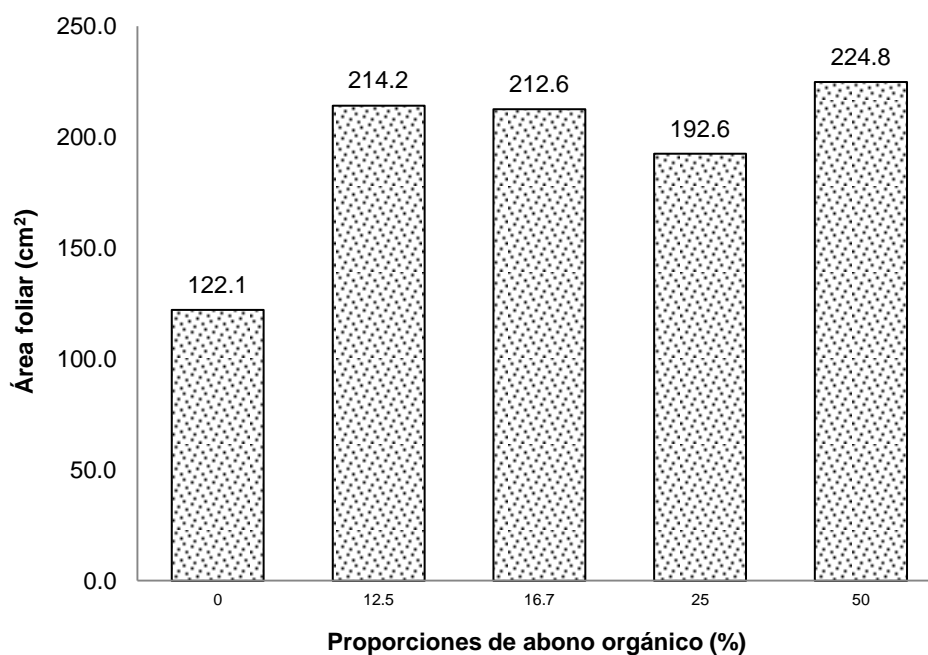
El uso de las proporciones 16.7%, 12.5% y 25% de Estiércoles como fuentes de materia orgánica, alcanzó estadísticamente valores superiores en el área foliar de los plantones, mientras que el uso de las concentraciones 50% de registró menor efecto sobre la variable mencionada. En cambio, el empleo de 50% de Compost y el bocashi registró mayores valores promedios de la variable área foliar. El empleo de la gallinaza como componente del sustrato para la producción de plantones de *C. arabica* L., presentaron efectos superiores en el área foliar, en comparación con el uso de compost, estiércol de cuy, bocashi y estiércol de vacuno que alcanzaron un valor intermedio. Similares tendencias se observaron en las características de materia seca.

**Cuadro 16.** Prueba de comparación de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) de área foliar de plantones de café con aplicación de abonos orgánicos.

Tratamiento	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	Significación
T <sub>6</sub> Gallinaza 25% (3:1)	439.888	a
T <sub>7</sub> Gallinaza 16.7% (5:1)	387.848	a b
T <sub>15</sub> Estiércol de cuy 16.7% (5:1)	334.285	b c
T <sub>16</sub> Estiércol de cuy 12.5% (7:1)	325.100	b c d
T <sub>8</sub> Gallinaza 12.5% (7:1)	284.498	c d e
T <sub>11</sub> Estiércol de vacuno 16.7% (5:1)	263.590	d e f
T <sub>18</sub> Compost 25% (3:1)	259.680	d e f g
T <sub>12</sub> Estiércol de vacuno 12.5% (7:1)	244.533	e f g
T <sub>1</sub> Bocashi 50% (1:1)	224.810	e f g h
T <sub>17</sub> Compost 50% (1:1)	222.530	e f g h
T <sub>14</sub> Estiércol de cuy 25% (3:1)	217.433	e f g h
T <sub>4</sub> Bocashi 12.5% (7:1)	214.233	f g h
T <sub>3</sub> Bocashi 16.7% (5:1)	212.603	f g h
T <sub>2</sub> Bocashi 25% (3:1)	192.578	g h i
T <sub>10</sub> Estiércol de vacuno 25% (3:1)	173.868	h i j
T <sub>19</sub> Compost 16.7 (5:1)	129.558	i j k
T <sub>21</sub> Testigo	122.138	j k
T <sub>20</sub> Compost 12.5% (7:1)	110.893	j k
T <sub>9</sub> Estiércol de vacuno 50% (1:1)	73.823	k l
T <sub>5</sub> Gallinaza 50% (1:1)	68.773	k l
T <sub>13</sub> Estiércol de cuy 50% (1:1)	43.523	l

#### 4.5.1. Efecto de las proporciones de bocashi sobre el área foliar de plántones de café

Al aplicar mayores proporciones del abono orgánico bocashi, el área foliar desciende, sin mostrar diferencias estadísticas. Las tres proporciones iniciales mantuvieron la relación con el área foliar (Cuadro 16 y Figura 32), y la curva obtenida en la Figura 33 muestra más una tendencia cuadrática que lineal.



**Figura 32.** Efecto de las proporciones de bocashi sobre el área foliar de plántones de café.

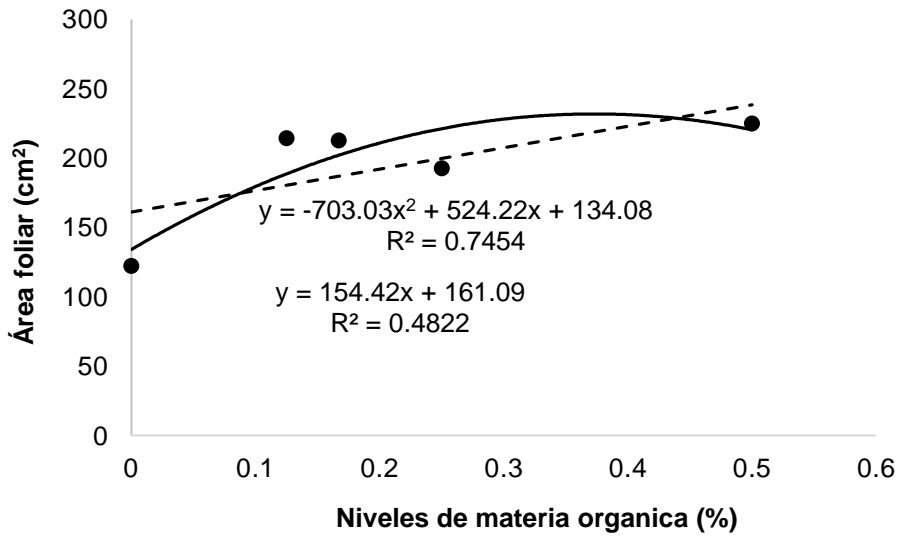


Figura 33. Correlación entre la materia orgánica (bocashi) con el área foliar.

#### 4.5.2. Efecto de las proporciones de gallinaza sobre el área foliar de plántones de café

Cuando se aplicó la proporción de gallinaza, entre 12.5% hasta 25% generó ganancia proporcional del área foliar, pero al utilizar este abono en una proporción del 50% el área foliar presenta un valor mínimo (Figura 34).

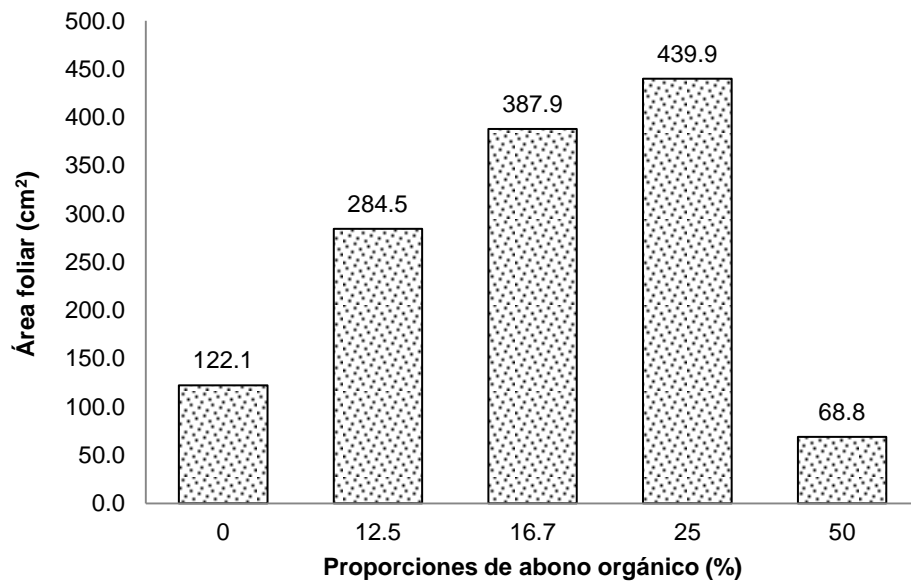
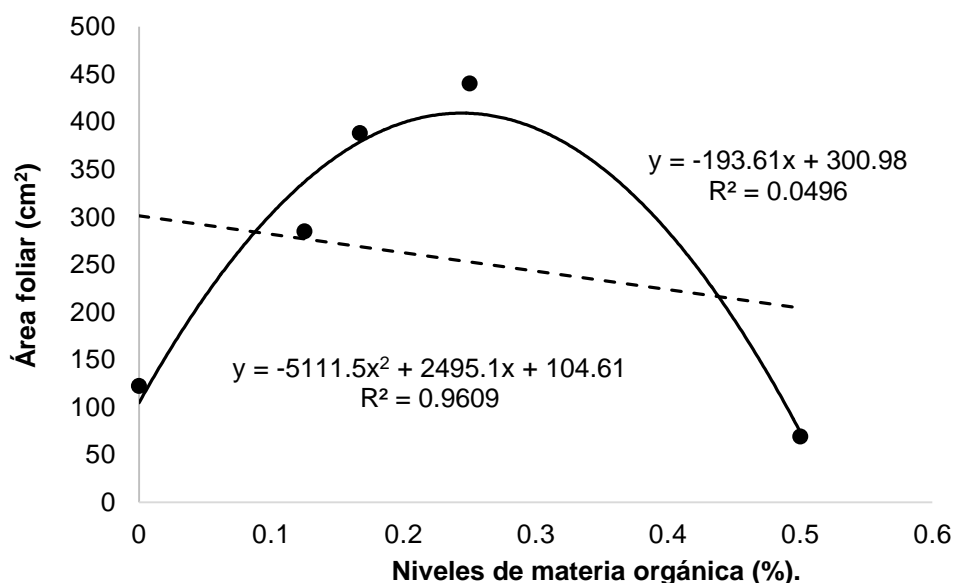


Figura 34. Efecto de las proporciones de gallinaza sobre el área foliar de plántones de café.



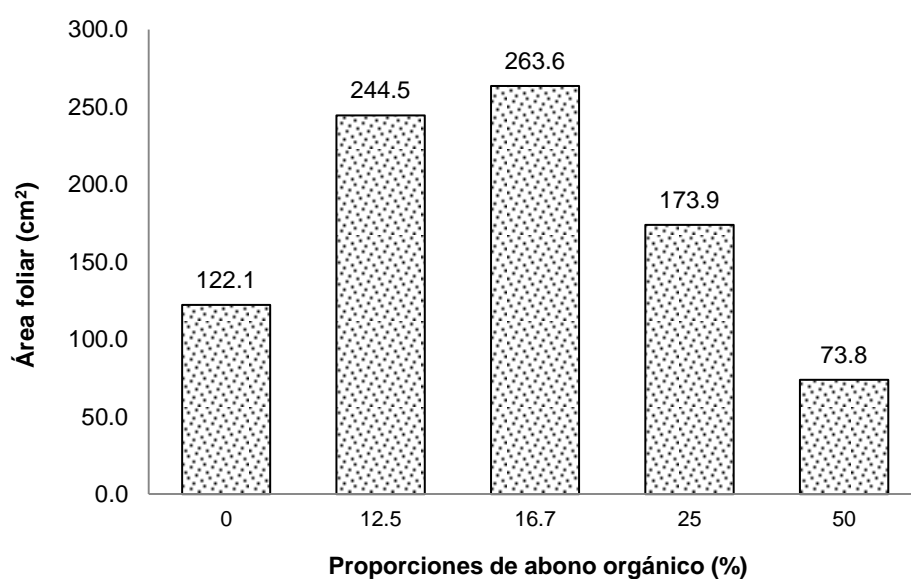
**Figura 35.** Correlación entre la materia orgánica (gallinaza) con el área foliar.

La Figura 35, nos muestra la tendencia cuadrática más que lineal por el área foliar de las plantas según los niveles de material orgánico aplicado y la derivación de la ecuación obtenida con un coeficiente de determinación de 0.9609, nos permite deducir que el nivel óptimo de gallinaza sería de 24% con el que alcanzaría un rendimiento máximo de 409 cm<sup>2</sup> de área foliar.

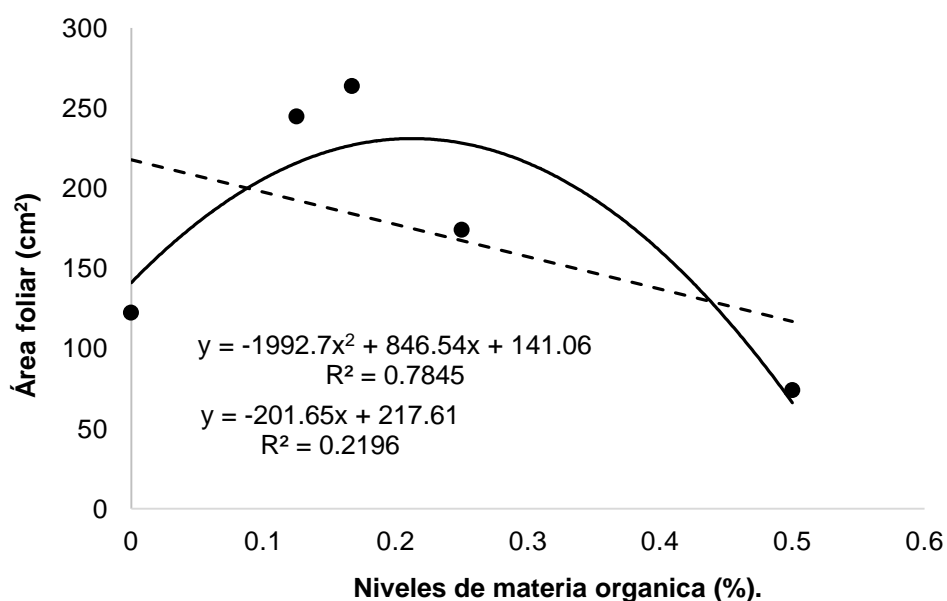
#### **4.5.3. Efecto de las proporciones de estiércol de vacuno sobre el área foliar de plantones de café**

Se encontró un incremento directamente proporcional al incrementar las proporciones de estiércol de vacuno hasta el nivel de 16.7% para luego decrecer con las proporciones de 25 y 50%. Es decir que la proporción que mejor resultado dio fue de 16.7%, seguido por las proporciones de 12.5% (Figura 36), debiéndose posiblemente efecto del nitrógeno (Cuadro 4); por lo tanto los abonos orgánicos como el estiércol de cuy pueden satisfacer la demanda de nutrientes de los cultivos, reduciendo significativamente el uso

de fertilizantes químicos y mejorando las características de los vegetales consumidos RODRÍGUEZ *et al.*, (2009); además, los abonos orgánicos mejoran las características de suelos que han sido deteriorados por el uso excesivo de agroquímicos y su sobre-explotación (NIETO *et al.*, 2002).



**Figura 36.** Efecto de las proporciones de estiércol de vacuno sobre el área foliar de plántulas de café.

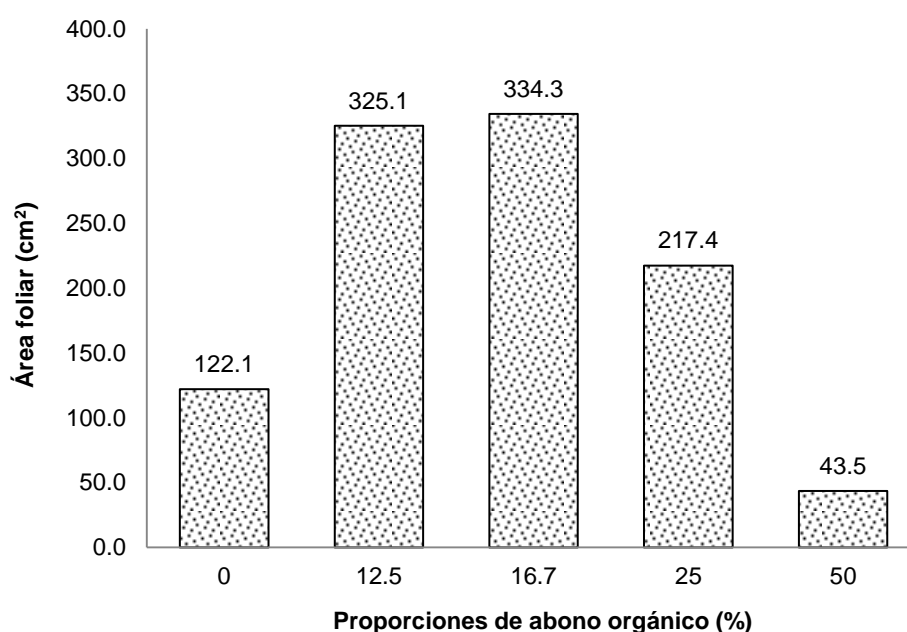


**Figura 37.** Correlación entre la materia orgánica (estiércol de vacuno) con el área foliar.

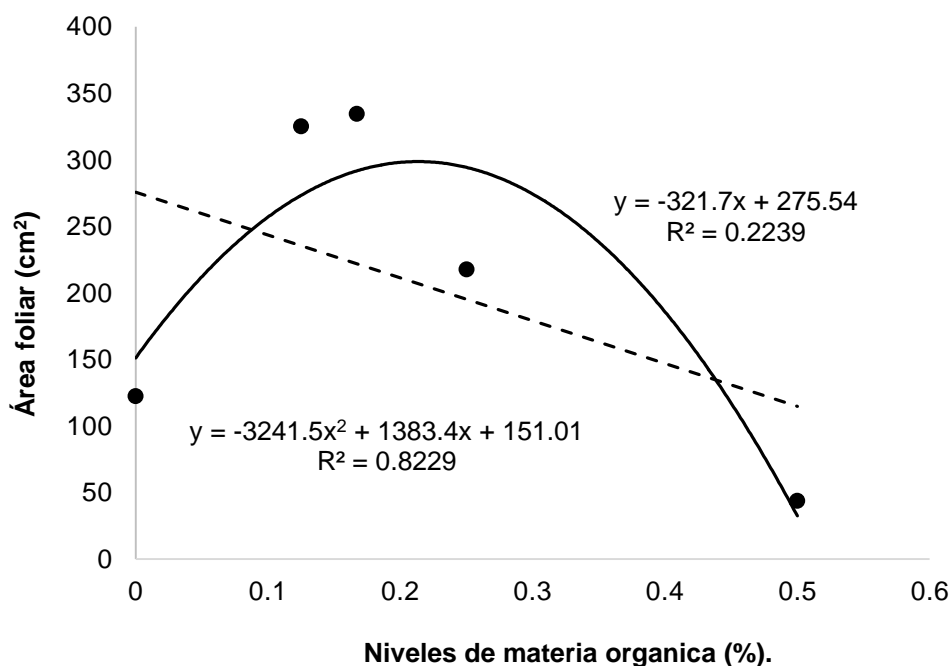
La Figura 37, nos muestra una tendencia cuadrática más que lineal por el área foliar de las plantas según los niveles de material orgánico aplicado y la derivación de la ecuación obtenida con un coeficiente de determinación de 0.7845, nos permite deducir que el nivel óptimo de estiércol de vacuno sería de 21% con el que alcanzaría un rendimiento máximo de 230 cm<sup>2</sup> de área foliar.

#### 4.5.4. Efecto de las proporciones de estiércol de cuy sobre el área foliar de plántones de café

El empleo de diferentes proporciones de estiércol de cuy como componente del sustrato para la producción de plántones ha repercutido de manera inversamente proporcional al área foliar de los plántones, mientras menos proporción se usó tuvo un mejor valor de área foliar, es decir que la proporción que mejor dio resultado fue de 12.5%, seguido por las proporciones de 16.7%, 20%, el testigo y por último la proporción de 50% (Figura 38).



**Figura 38.** Efecto de las proporciones de estiércol de cuy sobre el área foliar de plántones de café.



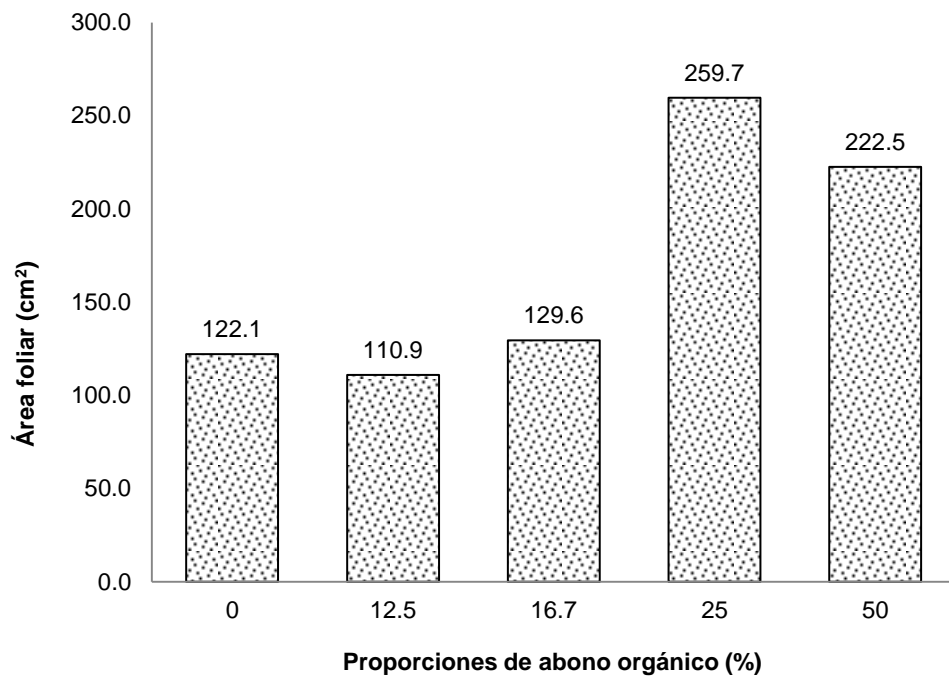
**Figura 39.** Correlación entre la materia orgánica (estiércol de cuy) con el área foliar.

La Figura 39, nos muestra una tendencia cuadrática más que lineal por el área foliar de las plantas según los niveles de material orgánico aplicado y la derivación de la ecuación obtenida con un coeficiente de determinación de 0.8229, nos permite deducir que el nivel óptimo de estiércol de cuy sería de 21% con el que alcanzaría un rendimiento máximo de 298 cm<sup>2</sup> de área foliar.

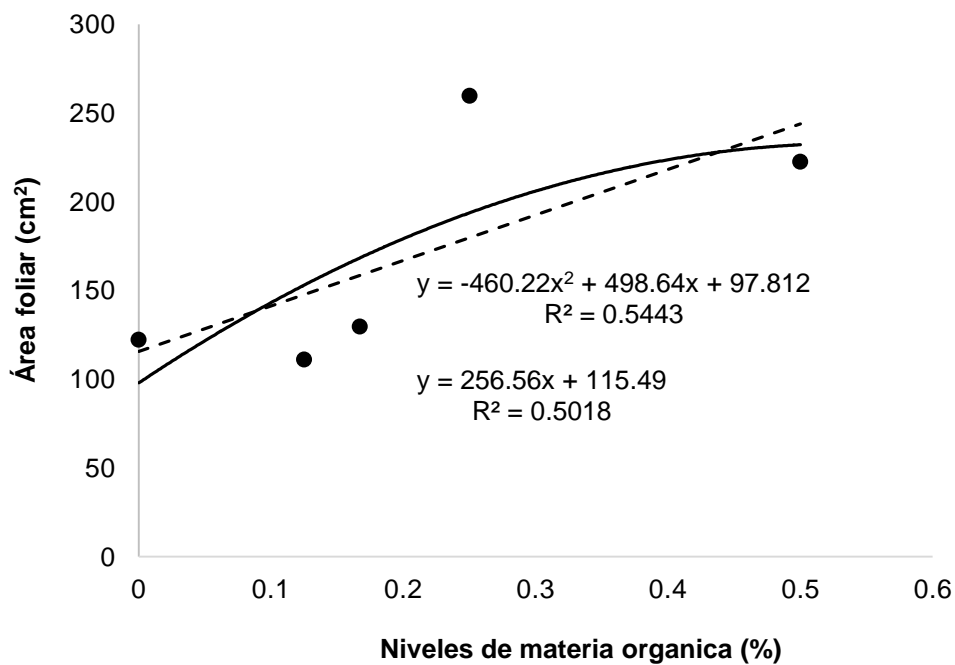
#### **4.5.5. Efecto de las proporciones de compost sobre el área foliar de plantones de café**

El uso de compost hasta un 12.5% de proporción ha generado mayor área foliar de los plantones de café, seguido por la proporción 25%, 50%, y 16.7%, superando al testigo (Figura 40).





**Figura 40.** Efecto de las proporciones de compost sobre el área foliar de plantones de café.



**Figura 41.** Correlación entre la materia orgánica (compost) con el área foliar.

Se encontró una tendencia al usar como materia orgánica (bocashi), de la curva obtenida en la Figura 41 que muestra mejor ligera una tendencia cuadrática que lineal.

#### **4.6. Análisis de rentabilidad**

En el Cuadro 17, se observa que el índice de rentabilidad se obtuvo mediante la división: Utilidad (S/.) entre el costo de producción (S/.), para cada uno de los tratamientos en estudio; es decir que el tratamiento T<sub>21</sub> (Testigo) tiene mayor valor del índice de rentabilidad con 1.25, con una utilidad neta que fue de 1110 soles/ha, indicando que los plantones en vivero, provoca un mayor beneficio económico debido que este tratamiento no fue utilizado ningún tipo de materia orgánica; seguido de los tratamientos T<sub>8</sub> (Gallinaza 12.5% (7:1)) y T<sub>16</sub> (Estiércol de cuy 12.5% (7:1)) con un índice de rentabilidad de 1.12 y finalmente el de menor índice de rentabilidad fue el tratamiento T<sub>1</sub> (Bocashi 50% (1:1)) con 0.22.

**Cuadro 17.** Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio.

Trat.	Costo de producción/ha ( <sup>\$/</sup> ) (3334 plantas)															
	A										B	C	D	E	F	G
	PT	CV	MS	LIB	SS	Mo	S.	Abo.	CMyF	C. Total ( <sup>\$/</sup> )	Plantas/ha	I. B.	U. ( <sup>\$/</sup> )	I. R.	B/C	
T <sub>1</sub>	90	150	60	120	30	300	40	744.4	100	1634.4	3334	2000	366	0.22	1.22	
T <sub>2</sub>	90	150	60	120	30	300	40	425.2	100	1315.2	3334	2000	685	0.52	1.52	
T <sub>3</sub>	90	150	60	120	30	300	40	266.0	100	1156.0	3334	2000	844	0.73	1.73	
T <sub>4</sub>	90	150	60	120	30	300	40	212.8	100	1102.8	3334	2000	898	0.81	1.81	
T <sub>5</sub>	90	150	60	120	30	300	40	192.6	100	1082.6	3334	2000	918	0.85	1.85	
T <sub>6</sub>	90	150	60	120	30	300	40	110.0	100	1000.0	3334	2000	1000	1.00	2.00	
T <sub>7</sub>	90	150	60	120	30	300	40	68.8	100	958.8	3334	2000	1042	1.09	2.09	
T <sub>8</sub>	90	150	60	120	30	300	40	55.0	100	945.0	3334	2000	1055	1.12	2.12	
T <sub>9</sub>	90	150	60	120	30	300	40	282.4	100	1172.4	3334	2000	828	0.71	1.71	
T <sub>10</sub>	90	150	60	120	30	300	40	161.4	100	1051.4	3334	2000	949	0.90	1.90	
T <sub>11</sub>	90	150	60	120	30	300	40	100.8	100	990.8	3334	2000	1010	1.02	2.02	
T <sub>12</sub>	90	150	60	120	30	300	40	80.6	100	970.6	3334	2000	1030	1.06	2.06	
T <sub>13</sub>	90	150	60	120	30	300	40	192.6	100	1082.6	3334	2000	918	0.85	1.85	
T <sub>14</sub>	90	150	60	120	30	300	40	110.0	100	1000.0	3334	2000	1000	1.00	2.00	
T <sub>15</sub>	90	150	60	120	30	300	40	68.8	100	958.8	3334	2000	1042	1.09	2.09	
T <sub>16</sub>	90	150	60	120	30	300	40	55.0	100	945.0	3334	2000	1055	1.12	2.12	
T <sub>17</sub>	90	150	60	120	30	300	40	500.4	100	1390.4	3334	2000	610	0.44	1.44	
T <sub>18</sub>	90	150	60	120	30	300	40	287.4	100	1177.4	3334	2000	823	0.70	1.70	
T <sub>19</sub>	90	150	60	120	30	300	40	178.8	100	1068.8	3334	2000	932	0.87	1.87	
T <sub>20</sub>	90	150	60	120	30	300	40	143.1	100	1033.1	3334	2000	967	0.94	1.94	
T <sub>21</sub>	90	150	60	120	30	300	40	0.0	100	890.0	3334	2000	1110	1.25	2.25	

PT: Preparación del terreno

MO: Mano de obra

IB: Ingreso bruto

B = A

CV: Construcción de vivero

S: Semilla

U: Utilidad

D = C x 0.60

MS: Mezcla de sustrato

Abo: Abono

IR: Índice de rentabilidad

E = D - B

LIB: Llenado de bolsas

CM y F: Control de malezas y fitosanitario

B/C: Beneficio/Costo

F = E/B

R: Repique

CT: Costo total

Costo por Kilo= 0.95

G = D/B

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se puede concluir:

1. La mejor fuente orgánica fue la materia orgánica a base de Gallinaza; es decir alcanzo 20.35 cm de altura, 3.5 cm de diámetro, volumen con 4.0 cm<sup>3</sup>, materia seca con 3.69 g y área foliar con 439.8 cm<sup>2</sup>, seguido del estiércol de cuy, además la fuente que causo menor efecto fue el estiércol de cuy.
2. La proporcione que mayor efecto tuvo fue 3:1 (25%), seguido de la proporción 5:1 (16.7%), y finalmente la que tuvo menor efecto fue la proporción 1:1.
3. En cuanto al análisis económico el tratamiento T<sub>21</sub> (Testigo) tuvo mayor beneficio costo con 2.25, soles con una utilidad neta que fue de 1110 soles, y el tratamiento T<sub>1</sub> (Bocashi 50% (1:1)) tiene menor beneficio costo de 1.22 s/. con una utilidad neta de 366 soles.

## **VI. RECOMENDACIONES**

De acuerdo a la metodología usada y los resultados obtenidos, se puede recomendar los siguientes:

1. El uso de la gallinaza como abono orgánico a una proporción de 3:1 (Tierra agrícola: abono orgánico) en la producción de plantones de café con alta calidad.
2. En posteriores trabajos similares, es necesario realizar análisis de salinidad y agentes fitopatológicos a nivel del sistema radicular.
3. Repetir el experimento en otras épocas del año en diversos pisos altitudinales.

## VII. RESUMEN

El presente trabajo de tesis se llevó a cabo entre los meses de Marzo a Setiembre del año 2012 en el terreno del Sr. Rómulo Echegaray Farfán, ubicado en el caserío de José María Ugarteche, distrito de Hermilio Valdizán, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, cuyas coordenadas de UTM, son: 0409370 m E y 8984504 m N, altitud 1403 msnm; los objetivos fueron: (1) Comprobar el efecto de cinco fuentes de abonos orgánicos, en el crecimiento de plantones de café, (2) Determinar el efecto de cuatro proporciones suelo: abono orgánico en el crecimiento de plantones de café y (3) Establecer la relación B/C. El diseño experimental empleado fue el Diseño Completamente al Azar (DCA) de 21 tratamientos con 4 repeticiones, utilizándose la prueba de significación de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el análisis estadístico. Las observaciones registradas fueron: altura, diámetro, volumen de la raíz, materia seca, área foliar y análisis de Beneficio/Costo.

Los resultados indican que la mejor fuente orgánica fue la materia orgánica a base de Gallinaza, con 20.35 cm de altura, 3.5 cm de diámetro, 4.0 cm<sup>3</sup> de volumen, 3.69 g materia seca y 439.8 cm<sup>2</sup> de área foliar, sin embargo la fuente que causó menor efecto fue el Estiércol de Cuy; asimismo la proporción que mayor efecto fue 3:1 (25%), seguido de la proporción 5:1 (16.7%) y de menor efecto fue la proporción 1:1, en cuanto al análisis económico el tratamiento T<sub>21</sub> (Testigo) tuvo mayor Beneficio/Costo de 3.0, soles con una utilidad neta de 1777 soles; sin embargo el tratamiento T<sub>1</sub> (Bocashi 50% (1:1)) tuvo menor Beneficio/Costo de 1.63 s/. con una utilidad neta de 1033 soles.

## ABSTRACT

The present thesis work took place between the months of March and September, 2012, on Mr. Rómulo Echegaray Farfán's land, located on the José María Ugarteche homestead, Hermilio Valdizán district, Leoncio Prado province, Huánuco region, Peru, the UTM coordinates of which are: 0409370 m E and 8984504 m N, height of 1403 msnm; the objectives were: (1) to test the effect of organic fertilizer from five sources on the growth of coffee seedlings, (2) to determine the effect of four proportions of soil to organic fertilizer on the growth of coffee seedlings and (3) to establish the B/C relationship. The experimental design employed was that of the complete randomized design (CRD; DCA in Spanish) for twenty one treatments with four repetitions, using the Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) significance test for the statistical analysis. The observations registered were: height, diameter, root volume, dry matter, foliar area and benefit/cost analysis. The results indicate that the best organic source was the organic matter with a base of chicken manure which had a height of 20.35 cm, a diameter of 3.5 cm, a volume of 4.0 cm<sup>3</sup>, dry matter of 3.69 g and a foliar area of 439.8 cm<sup>2</sup>, nonetheless, the source that caused the least effect was guinea pig manure; at the same time, the proportion that had the greatest effect was 3:1 (25%), followed by the 5:1 (16.7%) proportion and the 1:1 proportion had the least effect, with respect to the economic analysis, treatment T<sub>21</sub> (control) had the greatest benefit/cost of 3.0 soles with a net utility of 1,777 soles; however, treatment T<sub>1</sub> (Bocashi 50% (1:1)) had the least benefit/cost of S/. 1.63 with a net utility of 1,033 soles.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. AARONS, R.; O'CONNOR, R.; GOURLEY, C. P. 2004. Dung decomposition in temperate dairy pastures - I. Changes in soil chemical properties. *Australian Journal of Soil Research* 42: 107-114.
2. AGROESTRATEGIAS. 2017. Efecto del exceso de humedad en suelos sobre la disponibilidad de nutrientes para los cultivos. [En línea]: <https://goo.gl/8R99Eh>, (documento revisado el 14 de septiembre del 2017).
3. ALEGRE, J., LOLI, O., LA TORRE, B. s/a. Manual Práctico de Fertilidad de Suelos. Lima, Perú. Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional de Innovación Agraria. 9 p.
4. ANDUAGA, S.; y HUERTA, C. 2007. Importance of dung incorporation activity by three species of coprophagous beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) macrofauna in pastureland on "La Michilia" Biosphere Reserve in Durango, Mexico. *Environmental Entomology* 36 (3): 555-559.
5. ANDREA, B. 2004. Manejo ecológico del suelo. Dominicana. Editorial RAPAL., Pp. 1- 27.
6. CASTELLÓN, J., MUSCHLER, R., JIMÉNEZ, F. 2000. Abonos orgánicos: efecto de sombra en almácigos de café. *Agroforestería de las Américas* 26. Pp. 30 – 33.



7. CENICAFÉ. 2007. Sistema de producción de café en Colombia. Manizales, Colombia. 310 p.
8. CERRATO, M.; LEBLANC, A. y KAMEKO, C. 2007. Potencial de mineralización de nitrógeno de Bokashi, compost y lombricompost producidos en la Universidad Earth. *Tierra Tropical*, 3 (2): 183-197.
9. COURTNEY, G. y MULLEN, J. 2008. Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. *Bioresource Technology*, vol.99, pp. 2913-2918. ISSN 1873-2976.
10. DE LUNA, A. y VÁZQUEZ, E. 2009. Elaboración de abonos orgánicos. México: Universidad de Guadalajara. Pp. 4 - 12.
11. ERHART, E. y HARTL, W. 2003. Mulching with compost improves growth of blue spruce in Christmas tree plantations. *European Journal of Soil Biology*, 39 (3): 149-156.
12. ESCALANTE, V. 2011. Efecto de abonos orgánicos en la obtención de plantones de dos variedades de café (*Coffea arabica* L.) Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 60 p.
13. ESTRADA, M. 2005. Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Rev. Lasallista de investigación*. Vol 2 Antioquia, Colombia. Pp. 43 - 48.
14. FERRERA, D. ALARCÓN, A. 2001. La agricultura del suelo en la agricultura sostenible. *Ciencia Ergo Sum* 8:175-183.

15. GONZALES, H. 2007. Factores ecofisiológico determinantes de la competitividad de la producción del Café. In: Diplomado de Cultivos Industriales Tropicales, de Café, Cacao y Palma aceitera. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. Pp. 30 - 35.
16. HIGA, T., PARR, J. 1995. Benefical and effective microorganisms for a sustainable agricultura and environment. International Nature Farming Research Center. Atami, Japan. 79 p.
17. JARAMILLO, D. 2011. Caracterización de la materia orgánica del horizonte superficial de un andisol hidromórfico del Oriente Antioqueño (Colombia). Rev. Acad. Colomb. Cienc., 35 (134): 23 – 33.
18. JULCA, A., SOLANO, W., CRESPO, R. 2002. Crecimiento de *Coffea arabica* variedad Caturra amarillo en almácigos con substratos orgánicos en Chanchamayo, selva central del Perú. Investigación Agraria. Serie Producción y Protección Vegetales 17(3): 353 – 365.
19. LÉVANO, W. 2009. Selección de fuentes naturales para la fertilización de café en el marco de una agricultura orgánica. Universidad Nacional Agraria La Molina - UNALM, INCAGRO. Lima, Perú. 4 p.
20. MARTÍNEZ, F. 2006. Gestión y tratamiento de residuos agrícolas. Revista equipamiento y servicios municipales, N°. 125 (mayo - junio), Pp. 38-48.

21. MIYASAKA, S.; HOLLYER, R. Y KODANI, L. 2001. Mulch and compost effects on yield and corm rots of taro. *Field Crops Res.*, 71: 101-112.
22. MORENO, J. 2002. Evaluación de Bocashi y micorriza VAM en el desarrollo de plátano Curare Enano en vivero. Tesis Ing. en Ciencia y Producción Agropecuaria. Zamorano, Honduras. 64 p.
23. NAVARRO, G., NAVARRO, B. 2003. Química agrícola. El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. 2<sup>ed</sup>. Mundi, prensa, Madrid, España. 486 p.
24. NIETO, A.; MURILLO, B.; TROYO, E.; LARRINAGA, J.; y GARCÍA, H. 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annum* L.) en zonas áridas. *Interciencia* 27(8): 417- 421.
25. NOGALES, R., CIFUENTES, C., y BENÍTEZ, E. 2005. Vermicomposting of winery wastes: A laboratory study. *Journal of Environmental Science and Health Part B.* 1234: 659 - 673.
26. OUÉDRAOGO, E.; MANDO, A. y ZOMBRÉ, N. 2001. Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa. *Agriculture, Ecosystems and Environment.*, 84 (3): 259-266.
27. OROZCO, M., THIENHAUS, S. 1996. Efecto de la gallinaza en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en desarrollo.

Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía, Escuela de Producción Vegetal. Managua, Nicaragua. 12 p.

28. REÁTEGUI, D. 2010. Evaluación del efecto de tres abonos orgánicos para el crecimiento de *Colubrina glandulosa* Perkins “shaina”, en fase de vivero en Tingo María – Huánuco. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Mención Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 65 p.
29. RESTREPO, J. 2001. Elaboración de Abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. Experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil. San José, Costa Rica. Pp. 1 - 49.
30. RESTREPO, J. 2007. El ABC de la agricultura orgánica y harinas de rocas. Managua, Nicaragua. Pp. 17 - 75.
31. RESTREPO, J. 2010. El A, B, C. de la agricultura orgánica y panes de piedra: Abonos orgánicos fermentados. 1<sup>ra</sup> ed. Colombia: Feriva S.A. 86 p.
32. REVISTA LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN. 2010. Manejo y procesamiento de la gallinaza. Corporación Universitaria Lasallista. Volumen 2. Antioquia, Colombia. Pp. 43 - 48. Disponible [En Línea]: (<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/695/69>, consultado 5 oct. 2016).
33. RODRÍGUEZ DN, CANO RP, FIGUEROA VU, FAVELA CE, MORENO RA, MÁRQUEZ HC, OCHOA ME, PRECIADO R. 2009. Uso de

abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. Terra Latinoamericana 27: 319-327.

34. ROMERO, A., JIMÉNEZ, F., MUSCHLER, R. 2000. Crecimiento de almácigo de café con abono tipo bocashi y follaje verde de *Erythrina poeppigiana*. Agroforestería de las Américas. Pp. 37 - 39.
35. SALAZAR, E., LÓPEZ, J.D., ZÚÑIGA, R., VÁSQUEZ, C., FÓRTIZ, M., VITAL, J. 2002. Uso y aprovechamiento del estiércol como alternativa nutricional en invernadero. De la Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ) de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Tlahualilo, Durango. 10 p.
36. SHINTANI, M., LEBLANC, H., TABORA, P. 2000. Bocashi (Abono orgánico fermentado). Tecnología tradicional adaptada para una agricultura sostenible y un manejo de desechos modernos. Guía para uso práctico. EARTH. Guácimo, Limón, Costa Rica. 25 p.
37. TOBAR M. y EGAS, V. 2002. Sector Avícola. Superintendencia de Bancos y Seguros del Ecuador, Dirección Nacional de Estudios y Estadísticas, Dirección de investigaciones, Disponible en: [En Línea]: [www.superban.gov.ec/downloads/articulos\\_financieros/sector%20avicola.pdf](http://www.superban.gov.ec/downloads/articulos_financieros/sector%20avicola.pdf). consultado 20 set. 2017).
38. VILLA, E. 2018. Eficiencia de tres fuentes fosfatadas con adición de cuatro niveles de gallinaza en la producción de plantones de café (*Coffea arabica* L.). Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 133 p.

39. WU, L. y LQ. 2001. Effects of sample storage on biosolids compost stability and maturity evaluation. *Journal Environmental Quality* 30: 222-228.
40. WOLKOWSKI. P. 2003. Nitrogen management considerations for landspreading municipal solid waste compost. *Journal Environmental Quality* 32: 1844-1850.

**IX. ANEXO**

**Cuadro 18.** Altura del plantón de café a los 150 días después del trasplante.

Trat.	Materia orgánica	Proporciones	Repeticiones				Total	Prom.
			I	II	III	IV		
T <sub>1</sub>	Bocashi	1(50%):1(50%)	13.6	13.7	12.6	14.8	54.70	13.68
T <sub>2</sub>	Bocashi	3(75%):1(25%)	15.2	14.5	15.1	15.6	60.40	15.10
T <sub>3</sub>	Bocashi	5(37.3%):1(16.7%)	16.2	12.4	13.0	15.9	57.50	14.38
T <sub>4</sub>	Bocashi	7(87.5%):1(12.5%)	14.9	15.9	14.9	14.9	60.60	15.15
T <sub>5</sub>	Gallinaza	1(50%):1(50%)	5.0	10.7	10.5	2.7	28.90	7.23
T <sub>6</sub>	Gallinaza	3(75%):1(25%)	20.6	20.0	17.7	17.6	75.90	18.98
T <sub>7</sub>	Gallinaza	5(37.3%):1(16.7%)	22.1	21.2	17.2	20.9	81.40	20.35
T <sub>8</sub>	Gallinaza	7(87.5%):1(12.5%)	19.0	15.9	15.2	17.8	67.90	16.98
T <sub>9</sub>	E. Vacuno	1(50%):1(50%)	5.2	7.4	8.4	10.1	31.10	7.78
T <sub>10</sub>	E. Vacuno	3(75%):1(25%)	14.5	13.4	11.6	14.0	53.50	13.38
T <sub>11</sub>	E. Vacuno	5(37.3%):1(16.7%)	13.8	12.3	16.7	14.7	57.50	14.38
T <sub>12</sub>	E. Vacuno	7(87.5%):1(12.5%)	18.0	16.5	16.6	17.0	68.10	17.03
T <sub>13</sub>	E. Cuy	1(50%):1(50%)	1.8	0.9	4.7	3.9	11.30	2.83
T <sub>14</sub>	E. Cuy	3(75%):1(25%)	12.3	14.1	13.5	15.7	55.60	13.90
T <sub>15</sub>	E. Cuy	5(37.3%):1(16.7%)	18.2	18.3	17.7	18.2	72.40	18.10
T <sub>16</sub>	E. Cuy	7(87.5%):1(12.5%)	20.6	21.2	19.2	19.2	80.20	20.05
T <sub>17</sub>	Compost	1(50%):1(50%)	17.1	14.3	14.7	14.9	61.00	15.25
T <sub>18</sub>	Compost	3(75%):1(25%)	16.3	17	15.1	17.3	65.70	16.43
T <sub>19</sub>	Compost	5(37.3%):1(16.7%)	13.8	13.4	11.7	16.5	55.40	13.85
T <sub>20</sub>	Compost	7(87.5%):1(12.5%)	14.4	12.1	13.1	10.4	50.00	12.50
							1149.10	14.36
T <sub>21</sub>	Testigo 1	10(100%):0(0%)	10.1	10.2	8.6	12.9	41.80	10.45
							1190.9	14.01



**Cuadro 19.** Diámetro del plantón de café a los 150 días después del trasplante.

Trat.	Materia orgánica	Proporciones	Repeticiones				Total	Prom.
			I	II	III	IV		
T <sub>1</sub>	Bocashi	1(50%):1(50%)	2.73	3.63	2.9	3.21	12.47	3.118
T <sub>2</sub>	Bocashi	3(75%):1(25%)	3.22	3.11	2.97	3.13	12.43	3.108
T <sub>3</sub>	Bocashi	5(37.3%):1(16.7%)	3.18	2.87	3.13	3.28	12.46	3.115
T <sub>4</sub>	Bocashi	7(87.5%):1(12.5%)	3.05	3.29	3.29	3.27	12.90	3.225
T <sub>5</sub>	Gallinaza	1(50%):1(50%)	1.25	2.54	2.62	1.07	7.48	1.870
T <sub>6</sub>	Gallinaza	3(75%):1(25%)	3.43	3.69	3.44	3.34	13.90	3.475
T <sub>7</sub>	Gallinaza	5(37.3%):1(16.7%)	3.45	3.64	3.35	3.57	14.01	3.503
T <sub>8</sub>	Gallinaza	7(87.5%):1(12.5%)	3.48	3.50	3.22	3.31	13.51	3.378
T <sub>9</sub>	E. Vacuno	1(50%):1(50%)	1.88	2.33	2.59	2.56	9.36	2.340
T <sub>10</sub>	E. Vacuno	3(75%):1(25%)	3.22	3.23	2.85	2.93	12.23	3.058
T <sub>11</sub>	E. Vacuno	5(37.3%):1(16.7%)	2.93	2.67	3.03	2.74	11.37	2.843
T <sub>12</sub>	E. Vacuno	7(87.5%):1(12.5%)	3.79	3.45	3.19	3.45	13.88	3.470
T <sub>13</sub>	E. Cuy	1(50%):1(50%)	0.49	0.32	1.61	1.92	4.34	1.085
T <sub>14</sub>	E. Cuy	3(75%):1(25%)	2.63	2.89	2.96	3.45	11.93	2.983
T <sub>15</sub>	E. Cuy	5(37.3%):1(16.7%)	3.63	3.40	3.40	3.38	13.81	3.453
T <sub>16</sub>	E. Cuy	7(87.5%):1(12.5%)	3.57	3.56	3.43	3.5	14.06	3.515
T <sub>17</sub>	Compost	1(50%):1(50%)	3.04	3.03	2.98	3.13	12.18	3.045
T <sub>18</sub>	Compost	3(75%):1(25%)	3.00	3.19	3.18	3.44	12.81	3.203
T <sub>19</sub>	Compost	5(37.3%):1(16.7%)	2.95	3.15	2.67	3.09	11.86	2.965
T <sub>20</sub>	Compost	7(87.5%):1(12.5%)	2.95	2.72	2.82	2.49	10.98	2.745
							237.97	2.975
T <sub>21</sub>	Testigo 1	10(100%):0(0%)	2.52	2.64	2.39	2.79	10.34	2.585
							248.31	2.921

**Cuadro 20.** Longitud de raíz del plantón de café a los 150 días después del trasplante.

Trat.	Mat. Org.	Proporciones	Repeticiones				Total	Prom.
			I	II	III	IV		
T <sub>1</sub>	Bocashi	1(50%):1(50%)	14.2	21.7	21.5	34.0	91.40	22.85
T <sub>2</sub>	Bocashi	3(75%):1(25%)	24.0	27.0	26.7	34.0	111.70	27.93
T <sub>3</sub>	Bocashi	5(37.3%):1(16.7%)	23.4	19.9	30.6	32.8	106.70	26.68
T <sub>4</sub>	Bocashi	7(87.5%):1(12.5%)	29.4	26.4	25	26.3	107.10	26.78
T <sub>5</sub>	Gallinaza	1(50%):1(50%)	13.5	14.5	18.1	13.0	59.10	14.78
T <sub>6</sub>	Gallinaza	3(75%):1(25%)	23.9	24.1	24.7	23.0	95.70	23.93
T <sub>7</sub>	Gallinaza	5(37.3%):1(16.7%)	24.0	24.3	24.0	23.6	95.90	23.98
T <sub>8</sub>	Gallinaza	7(87.5%):1(12.5%)	24.0	25.1	19.6	28.6	97.30	24.33
T <sub>9</sub>	E. Vacuno	1(50%):1(50%)	16.0	16.3	17.5	20.1	69.90	17.48
T <sub>10</sub>	E. Vacuno	3(75%):1(25%)	18.0	16.6	16.2	23.7	74.50	18.63
T <sub>11</sub>	E. Vacuno	5(37.3%):1(16.7%)	23.8	29.9	23	21.8	98.50	24.63
T <sub>12</sub>	E. Vacuno	7(87.5%):1(12.5%)	25.5	20.0	26.8	25.2	97.50	24.38
T <sub>13</sub>	E. Cuy	1(50%):1(50%)	13.2	7.7	14.2	14.3	49.40	12.35
T <sub>14</sub>	E. Cuy	3(75%):1(25%)	16.7	18.4	17.9	24.5	77.50	19.38
T <sub>15</sub>	E. Cuy	5(37.3%):1(16.7%)	19.8	21.0	24.0	24.8	89.60	22.4
T <sub>16</sub>	E. Cuy	7(87.5%):1(12.5%)	27.3	22.0	21.7	26.2	97.20	24.3
T <sub>17</sub>	Compost	1(50%):1(50%)	32.5	21.7	22.5	18.4	95.10	23.78
T <sub>18</sub>	Compost	3(75%):1(25%)	28.3	33.4	30.1	33.6	125.40	31.35
T <sub>19</sub>	Compost	5(37.3%):1(16.7%)	19.7	23.0	19.6	36.4	98.70	24.68
T <sub>20</sub>	Compost	7(87.5%):1(12.5%)	24.1	22.1	23.0	21.0	90.20	22.55
							1828.40	22.86
T <sub>21</sub>	Testigo 1	10(100%):0(0%)	19.2	27.0	26.0	17.5	89.70	22.43
							1918.10	22.57

**Cuadro 21.** Volumen de raíz del plantón de café a los 150 días después del trasplante.

Trat.	Mat Org	Proporciones	Repeticiones				Total	Prom.
			I	II	III	IV		
T <sub>1</sub>	Bocashi	1(50%):1(50%)	2	2	2	2	8.00	2.00
T <sub>2</sub>	Bocashi	3(75%):1(25%)	2	3	2	2	8.50	2.13
T <sub>3</sub>	Bocashi	5(37.3%):1(16.7%)	4	2	3	3	11.00	2.75
T <sub>4</sub>	Bocashi	7(87.5%):1(12.5%)	3	3	3	3	10.50	2.63
T <sub>5</sub>	Gallinaza	1(50%):1(50%)	1	1	2	1	5.00	1.25
T <sub>6</sub>	Gallinaza	3(75%):1(25%)	4	4	4	4	16.00	4.00
T <sub>7</sub>	Gallinaza	5(37.3%):1(16.7%)	3	5	4	4	16.00	4.00
T <sub>8</sub>	Gallinaza	7(87.5%):1(12.5%)	4	4	4	3	15.00	3.75
T <sub>9</sub>	E. Vacuno	1(50%):1(50%)	2	1	2	2	6.50	1.63
T <sub>10</sub>	E. Vacuno	3(75%):1(25%)	2	3	2	2	8.50	2.13
T <sub>11</sub>	E. Vacuno	5(37.3%):1(16.7%)	3	2	3	2	10.00	2.50
T <sub>12</sub>	E. Vacuno	7(87.5%):1(12.5%)	4	4	4	3	14.50	3.63
T <sub>13</sub>	E. Cuy	1(50%):1(50%)	1	1	1	2	5.00	1.25
T <sub>14</sub>	E. Cuy	3(75%):1(25%)	1	3	2	2	7.50	1.88
T <sub>15</sub>	E. Cuy	5(37.3%):1(16.7%)	3	4	3	3	12.50	3.13
T <sub>16</sub>	E. Cuy	7(87.5%):1(12.5%)	3	4	3	2	11.50	2.88
T <sub>17</sub>	Compost	1(50%):1(50%)	3	2	2	1	7.50	1.88
T <sub>18</sub>	Compost	3(75%):1(25%)	2	3	2	2	8.50	2.13
T <sub>19</sub>	Compost	5(37.3%):1(16.7%)	2	2	2	2	7.50	1.88
T <sub>20</sub>	Compost	7(87.5%):1(12.5%)	2	2	2	2	7.50	1.88
							197.00	2.46
T <sub>21</sub>	Testigo 1	10(100%):0(0%)	2	2	1	2	6.50	1.63
							203.5	2.39

**Cuadro 22.** Materia seca del plantón de café a los 150 días después del trasplante.

Trat.	Mat Org	Proporciones	Repeticiones				Total	Prom.
			I	II	III	IV		
T <sub>1</sub>	Bocashi	1(50%):1(50%)	31	26	27	24	106.90	26.70
T <sub>2</sub>	Bocashi	3(75%):1(25%)	25	23	21	23	91.75	22.90
T <sub>3</sub>	Bocashi	5(37.3%):1(16.7%)	21	21	22	21	84.75	21.20
T <sub>4</sub>	Bocashi	7(87.5%):1(12.5%)	22	21	25	20	87.95	22.00
T <sub>5</sub>	Gallinaza	1(50%):1(50%)	16	17	20	17	69.84	17.50
T <sub>6</sub>	Gallinaza	3(75%):1(25%)	22	21	22	23	88.93	22.20
T <sub>7</sub>	Gallinaza	5(37.3%):1(16.7%)	27	22	24	24	97.96	24.50
T <sub>8</sub>	Gallinaza	7(87.5%):1(12.5%)	21	21	21	20	83.20	20.80
T <sub>9</sub>	E. Vacuno	1(50%):1(50%)	24	20	25	26	94.13	23.50
T <sub>10</sub>	E. Vacuno	3(75%):1(25%)	21	21	22	20	84.38	21.10
T <sub>11</sub>	E. Vacuno	5(37.3%):1(16.7%)	31	26	26	22	105.2	26.30
T <sub>12</sub>	E. Vacuno	7(87.5%):1(12.5%)	21	19	22	21	82.40	20.60
T <sub>13</sub>	E. Cuy	1(50%):1(50%)	26	22	26	16	89.33	22.30
T <sub>14</sub>	E. Cuy	3(75%):1(25%)	20	19	21	20	78.88	19.70
T <sub>15</sub>	E. Cuy	5(37.3%):1(16.7%)	22	22	23	22	88.71	22.20
T <sub>16</sub>	E. Cuy	7(87.5%):1(12.5%)	22	20	21	23	86.00	21.50
T <sub>17</sub>	Compost	1(50%):1(50%)	21	20	22	24	86.91	21.70
T <sub>18</sub>	Compost	3(75%):1(25%)	24	26	21	23	93.91	23.50
T <sub>19</sub>	Compost	5(37.3%):1(16.7%)	20	21	21	21	82.12	20.50
T <sub>20</sub>	Compost	7(87.5%):1(12.5%)	23	23	24	24	93.73	23.40
							1777.00	22.20
T <sub>21</sub>	Testigo 1	10(100%):0(0%)	23	22	21	22	87.37	21.80
							1864.30	21.90

**Cuadro 23.** Área foliar del plantón de café a los 150 días después del trasplante.

Trat.	Mat Org	Proporciones	Repeticiones				Total	Prom.
			I	II	III	IV		
T <sub>1</sub>	Bocashi	1(50%):1(50%)	225	240	197	237	899.24	224.81
T <sub>2</sub>	Bocashi	3(75%):1(25%)	206	202	169	193	770.31	192.58
T <sub>3</sub>	Bocashi	5(37.3%):1(16.7%)	200	199	239	213	850.41	212.60
T <sub>4</sub>	Bocashi	7(87.5%):1(12.5%)	182	268	214	192	856.93	214.23
T <sub>5</sub>	Gallinaza	1(50%):1(50%)	75	90	68	41	275.09	68.77
T <sub>6</sub>	Gallinaza	3(75%):1(25%)	417	491	436	416	1759.55	439.89
T <sub>7</sub>	Gallinaza	5(37.3%):1(16.7%)	318	438	319	476	1551.39	387.85
T <sub>8</sub>	Gallinaza	7(87.5%):1(12.5%)	272	233	285	348	1137.99	284.50
T <sub>9</sub>	E. Vacuno	1(50%):1(50%)	73	72	60	89	295.29	73.82
T <sub>10</sub>	E. Vacuno	3(75%):1(25%)	174	176	153	192	695.47	173.87
T <sub>11</sub>	E. Vacuno	5(37.3%):1(16.7%)	264	182	378	231	1054.36	263.59
T <sub>12</sub>	E. Vacuno	7(87.5%):1(12.5%)	245	251	243	240	978.13	244.53
T <sub>13</sub>	E. Cuy	1(50%):1(50%)	36	43	50	44	174.09	43.52
T <sub>14</sub>	E. Cuy	3(75%):1(25%)	142	253	217	257	869.73	217.43
T <sub>15</sub>	E. Cuy	5(37.3%):1(16.7%)	292	376	296	373	1337.14	334.29
T <sub>16</sub>	E. Cuy	7(87.5%):1(12.5%)	386	399	251	265	1300.4	325.10
T <sub>17</sub>	Compost	1(50%):1(50%)	271	223	206	190	890.12	222.53
T <sub>18</sub>	Compost	3(75%):1(25%)	223	258	266	292	1038.72	259.68
T <sub>19</sub>	Compost	5(37.3%):1(16.7%)	140	135	114	130	518.23	129.56
T <sub>20</sub>	Compost	7(87.5%):1(12.5%)	135	82.7	115	111	443.57	110.89
							17696.16	221.20
T <sub>21</sub>	Testigo 1	10(100%):0(0%)	136	99	122	131	488.55	122.14
							18184.71	213.94

**Anexo. Panel fotográfico.**



**Figura 42.** Preparación del sustrato para la germinación de *Coffea arabica*.



**Figura 43.** Evaluación de plantones de acuerdo a cada tratamiento.



**Figura 44.** Tratamientos del trabajo de investigación.



**Figura 45.** Plantones del testigo y tratamientos del experimento.





**Figura 46.** Distribución de los tratamientos.



**Figura 47.** Visita de los miembros del jurado calificador.





**Figura 48.** Plantones con su respectivo sistema radicular.



**Figura 49.** Secado de muestras.