

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



**“FUENTES Y NIVELES DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA OBTENCIÓN DE  
PLANTONES DE *Coffea arábica* (CAFÉ) CULTIVAR OBATA ROJO EN  
VIVERO”**

**Tesis**

**Para optar el título de  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:  
KEVIN ORTEGA PONTE**

**Asesor (es)**  
**Jaime Chávez Matías**  
**José W. Zavala Solórzano**

**Tingo María – Perú – 2024**



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



Km 1.21 carretera Tingo María. Telf. (062) 561136 E.mail: [fagro@unas.edu.pe](mailto:fagro@unas.edu.pe).

**"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA  
CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

**N° 011-2024-FA-UNAS**

BACHILLER : KEVIN ORTEGA PONTE

TÍTULO : "FUENTES Y NIVELES DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA  
OBTENCIÓN DE PLANTONES DE *Coffea arabica* (CAFÉ),  
CULTIVAR OBATA ROJO EN VIVERO"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Dr. VICTORINO RIVAS PULACHE  
VOCAL : M.Sc. FAUSTO SILVA CARDENAS  
VOCAL : Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS

ASESORES : M.Sc. JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATIAS  
Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 29/05/2024

HORA DE SUSTENTACIÓN : 10:00 A.M.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA AUDIVISUAL DE LA F.A

CALIFICATIVO : MUY BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 29 DE MAYO DEL 2024

.....  
Dr. VICTORINO RIVAS PULACHE  
PRESIDENTE

.....  
M.Sc. FAUSTO SILVA CARDENAS  
VOCAL

.....  
Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS  
VOCAL

.....  
M.Sc. JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATIAS  
ASESOR

.....  
Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO  
ASESOR



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

## CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 256 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

### CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un Índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Agronomía

Tipo de documento:

Tesis

X

Trabajo de Suficiencia Profesional

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
"FUENTES Y NIVELES DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA OBTENCIÓN DE PLANTONES DE <i>Coffea arábica</i> (CAFÉ) CULTIVAR OBATA ROJO EN VIVERO	KEVIN ORTEGA PONTE	<b>19 %</b> <b>Diecinueve</b>

Tingo María, 21 de agosto de 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dr. Tomás Menaño Mallqui  
JEFE

C.C. Archivo

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



**Título** : **FUENTES Y NIVELES DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA OBTENCIÓN DE PLANTONES DE *Coffea arábica* (CAFÉ) CULTIVAR OBATA ROJO EN VIVERO**

**Autor** : Kevin Ortega Ponte

**Asesor (es)** : M. Sc. Jaime Chávez Matías  
Dr. José W. Zavala Solórzano

**Área de investigación** : Suelos y Fertilizantes

**Línea de investigación** : Fertilidad clasificación, biología, manejo y conservación de suelos.

**Eje temático** : Abonos orgánicos

**Lugar de ejecución** : Vivero facultad de agronomía - Tingo María - UNAS

**Duración del trabajo** : 7 meses

**Financiamiento** : S/ 3 526.80

**Tingo María - Perú – Julio, 2024**

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

## FACULTAD DE AGRONOMÍA

### ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

#### REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DE TÍTULO

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva

Facultad : Facultad de Agronomía

Título de Tesis : Fuentes y niveles de abonos orgánicos en la obtención de  
plantones de *Coffea arábica* (café) cultivar Obata rojo en  
vivero

Autor : Ortega Ponte, Kevin

DNI : 46228266

Correo : kevin.ortega@unas.edu.pe

Asesor (es) : M. Sc. Jaime Chávez Matías  
Dr. José W. Zavala Solórzano

Escuela Profesional : Agronomía

Área de Investigación : Suelos y Fertilizantes

Línea (s) de Investigación : Fertilidad clasificación, biología, manejo y conservación de  
suelos

Eje temático de investigación : Abonos orgánicos

Lugar de Ejecución : Facultad de Agronomía - FUNAS I - UNAS

Duración del trabajo : 7 meses

    Fecha de Inicio : Enero 2023

    Término : Julio 2023

Financiamiento : S/ 3 526.80

    FEDU : NO

    Propio : SI

    Otros : NO

**Tingo María - Perú - mayo, 2024**

## DEDICATORIA

A Dios

por estar siempre presente a través de las oraciones cuidando de los míos y de mí, por ser quien me sostiene en el día a día y no desfallecer en el logro de mis metas.

A mi madre,

Sofia Ponte Meneses, quien es la responsable de que Dios cuide mi camino mediante sus oraciones, por mostrarme el valor del sacrificio para alcanzar todo lo que nos proponemos en nuestras vidas y por cuidar de mi hasta ahora.

A mi familia

En especial a mis hermanas Amparo Ortega Ponte Juliana K. Ortega Ponte por su cariño y apoyo moral.

## **AGRADECIMIENTO**

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva por ser mi alma mater y a todos los docentes de la Facultad de Agronomía que contribuyeron en mi formación profesional.
  
- A mis asesores el M. Sc. Jaime Jhosep Chávez Matías y Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano por sus enseñanzas, consejos y supervisión hasta culminación de este trabajo y por la revisión de la redacción técnica en base a las normas de redacción.
  
- A Dr. Victorino Rivas Pulache en condición de presidente, por su apoyo en la ejecución, culminación y revisión académica del trabajo de investigación.
  
- A los miembros del jurado de tesis el M.Sc. Fausto Silva Cárdenas e Ing. Carlos Miguel Miranda Armas, por la revisión del trabajo y aportes en la mejora que fueron valiosos en el desarrollo y culminación del informe del presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Página</b>
RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN.....	16
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1. El cultivo de <i>Coffea arabica</i> L. ....	3
2.1.1. Producción de C. arábica en Perú.....	3
2.1.2. Cultivar Obatá rojo .....	3
2.1.3. Características morfológicas .....	3
2.1.4. Requerimientos agroecológicos.....	4
2.1.5. Requerimientos de Suelo .....	4
2.1.6. Producción de plántones de café .....	4
2.2. Fertilización.....	6
2.2.1. Concepto de fertilización.....	6
2.2.2. Tipos de fertilizantes .....	6
2.2.3. Propiedades de los abonos orgánicos .....	7
2.2.4. Ventajas de los abonos orgánicos.....	8
2.2.5. Mineralización de la materia orgánica.....	8
2.2.6. Residuos sólidos .....	9
2.2.7. Residuos agrícolas .....	9
2.2.8. Residuos domiciliarios .....	10
2.2.9. Madurez y estabilidad del abono orgánico .....	10
2.2.10. Indicadores químicos del abono orgánico .....	10
2.3. Insumos agrícolas a utilizar en esta investigación.....	12
2.3.1. Lombricompost.....	12
2.3.2. Abono orgánico Biopalma.....	12
2.3.3. Abono orgánico municipal .....	13
2.4. Trabajos relacionados.....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	15
3.1. Lugar de ejecución .....	15
3.2. Zona de vida .....	15
3.3. Clima .....	15
3.4. Condiciones meteorológicas del experimento.....	16

3.5. Análisis físico-químico del suelo. ....	17
3.6. Análisis especial inicial de los abonos orgánicos.....	17
3.7. Componentes en estudio.....	18
3.7.1. Dosis de abonos orgánicos .....	18
3.7.2. Testigos.....	18
3.7.3. Tratamientos en estudio.....	18
3.8. Diseño experimental.....	18
3.8.1. Regresión lineal .....	19
3.8.2. Características del campo experimental .....	20
3.9. Ejecución del experimento .....	22
3.9.1. Siembra.....	22
3.9.2. Obtención del suelo a utilizar .....	23
3.9.3. Preparación de los tratamientos.....	24
3.9.4. Llenado del sustrato a las bolsas.....	24
3.9.5. Preparación del vivero .....	25
3.9.6. Manejo cultural de vivero.....	26
3.10. Variables registradas.....	27
3.10.1. Determinación de la altura de la plántula .....	27
3.10.2. Determinación del diámetro del tallo .....	28
3.10.3. Determinación de número de hojas por planta .....	28
3.10.4. Longitud radicular .....	29
3.10.5. Volumen radicular .....	29
3.10.6. Determinación del área foliar.....	30
3.10.7. Determinación del peso fresco y peso seco.....	30
3.10.8. Determinación del contenido de clorofila .....	31
3.10.9. Análisis de contenido de nutrientes de los plantones .....	33
3.10.10. Análisis de suelo al final del experimento.....	33
3.10.11. Respiración en el suelo.....	38
3.10.12. Análisis de rentabilidad.....	39
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1. Análisis inicial y final de suelo al final del experimento .....	40
4.2. Análisis especial foliar de los tratamientos en estudio.....	45
4.3. Efecto de los niveles de abono orgánico sobre la variable altura de plantones de café.....	49

4.4. Efecto de los niveles de abono orgánico sobre la variable diámetro de tallo.....	54
4.4. Efecto de los niveles de abono orgánico sobre la variable número de hojas. ....	59
4.5. Efecto de los niveles de abono orgánico sobre la variable longitud radicular, volumen radicular, área foliar, peso fresco y seco. ....	64
4.6. Efecto de los niveles de abono orgánico sobre la variable contenido de clorofila .....	71
4.7. Efecto de los niveles de materia orgánica sobre la variable respiración en el suelo.....	81
4.9. Análisis de rentabilidad por hectárea .....	84
V. CONCLUSIONES.....	86
VI. PROPUESTAS A FUTURO .....	87
VII. REFERENCIAS .....	88
ANEXO .....	96

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
1. Requerimientos climatológicos del café.....	4
2. Valores promedios de un compost. ....	11
3. Rango óptimo de un compost comercialmente aceptable. ....	11
4. Datos meteorológicos durante la ejecución del trabajo (2023). ....	16
5. Análisis fisicoquímico inicial del suelo.....	17
6. Análisis especial de los abonos orgánicos utilizados. ....	17
7. Descripción de los tratamientos en estudio. ....	18
8. Modelo del análisis de variancia. ....	19
9. Análisis de varianza del análisis físico químico del suelo antes y después de culminar el experimento.....	42
10. Análisis físico químico del suelo antes y después del experimento.....	42
11. Prueba de ANVA del análisis foliar. ....	46
12. Análisis especial foliar después del experimento.....	46
13. Prueba de ANVA ( $\alpha = 0,05$ ), para el parámetro altura de plántones por efecto de los tratamientos.....	49
14. Prueba de DGC ( $\alpha = 0,05$ ), para la variable altura de plántones de café con diferentes tratamientos en estudio (media $\pm$ error estándar). ....	50
15. Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para el parámetro diámetro de tallo efecto de los tratamientos. ....	54
16. Prueba de DGC ( $\alpha = 0,05$ ), para la variable diámetro de tallo de plántones de café con diferentes tratamientos en estudio (media $\pm$ error estándar).....	57
17. Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para el parámetro número de hojas por efecto de los tratamientos.....	59
18. Prueba de DGC ( $\alpha = 0,05$ ), para la variable número de hojas de plántones de café con diferentes tratamientos en estudio (media $\pm$ error estándar).....	62
19. Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para el parámetro longitud radicular, volumen de raíz, área foliar, peso fresco y peso seco por efecto de los tratamientos.....	64
20. Prueba de DGC $\alpha = 0,05$ ), para las variables longitud radicular, volumen radicular, área foliar, peso fresco y peso seco de plántones de café con diferentes tratamientos en estudio (media $\pm$ error estándar). ....	65
21. Análisis de variancia ( $\alpha = 0,05$ ) del contenido de clorofila en hojas de café por efecto de los abonos orgánicos.....	71

22. Análisis de varianza (ANVA $\alpha= 0,05$ ) para respiración en el suelo en mg CO <sub>2</sub> por efecto de los tratamientos. ....	81
23. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio para una hectárea.....	85
24. Resultados de la variable altura de planta de café (cm) de los tratamientos en estudio en seis evaluaciones. ....	97
25. Resultados de la variable diámetro de tallo (mm) de los tratamientos en estudio en seis evaluaciones. ....	98
26. Resultados de la variable número de hojas por planta de los tratamientos en estudio en seis evaluaciones. ....	99
27. Resultados de la variable longitud radicular de plántones de café a los 150 días después del trasplante. ....	100
28. Resultados de la variable volumen radicular de plántones de café a los 150 días después del trasplante. ....	100
29. Resultados de la variable área foliar del plantón de café a los 150 días después del trasplante. ....	101
30. Resultados de la variable materia seca del plantón de café a los 150 días después del trasplante.....	101
31. Resultados de la variable contenido de clorofila del plantón de café a los 150 días después del trasplante.....	102
32. Resultados de la variable respiración en el suelo a los 150 días después del trasplante. ....	103
33. Costo de producción/ha (S/) (5000 plantas). ....	104

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1. Proceso de mineralización-inmovilización de la materia orgánica. ....	9
2. Ubicación del área experimental. ....	15
3. Distribución de los tratamientos en el campo experimental. ....	21
4. Croquis de un tratamiento ....	21
5. Semillas certificadas utilizadas en el trabajo de investigación. ....	22
6. Procedimiento de pregerminado. ....	23
7. Preparación y tamizado del suelo agrícola para los sustratos. ....	23
8. Preparación de los sustratos. ....	24
9. Mezcla del suelo agrícola y llenado de bolsas. ....	24
10. Demarcación de tratamientos, colocación de malla raschell, colocación de tableros de identificación. ....	25
11. Extracción de plántulas, selección de plántulas y repique de plántulas a bolsas de almacigo. ....	26
12. Inspección y eliminación de malezas. ....	26
13. Riego de plántulas de café. ....	27
14. Inspección de la presencia de plagas y enfermedades. ....	27
15. Medición de altura de la planta. ....	28
16. Medición del diámetro de tallo. ....	28
17. Determinación de longitud radicular. ....	29
18. Determinación de volumen radicular. ....	30
19. Determinación del área foliar del plantón de café mediante el programa ImajeJ. ....	30
20. Pesado del plantón fresco, secado de las muestras en la estufa y determinación del peso seco. ....	31
21. Mediciones de contenido de clorofila con los medidores electrónicos SPAD-502 y CLOROFILOG CFL-1030. ....	32
22. Determinación de clorofila con etanol al 90%. ....	32
23. Determinación de clorofila con acetona al 80 %. ....	33
24. Pesado de sustrato para análisis de caracterización. ....	33
25. Determinación de la clase textural de cada tratamiento y repetición por el método de Bouyoucos. ....	34
26. Determinación del pH y conductividad eléctrica de las muestras de suelo. ....	35
27. Determinación del contenido de materia orgánica. ....	35

28. Determinación de nitrógeno del suelo.....	36
29. Determinación del contenido de fósforo. ....	37
30. Determinación de Potasio disponible.....	37
31. Determinación de respiración en el suelo.....	39
32. Materia orgánica en el suelo por nivel de abono orgánico.....	43
33. Nitrógeno en el suelo por nivel de abono orgánico.....	43
34. Fósforo en el suelo por nivel de abono orgánico.....	43
35. Potasio en el suelo por nivel de abono orgánico. ....	44
36. Calcio en el suelo por nivel de abono orgánico.....	44
37. Magnesio en el suelo por nivel de abono orgánico. ....	44
38. Materia orgánica foliar por nivel de abono orgánico. ....	47
39. Nitrógeno foliar por nivel de abono orgánico. ....	47
40. Fósforo foliar por nivel de abono orgánico. ....	47
41. Potasio foliar por nivel de abono orgánico.....	48
42. Calcio foliar por nivel de abono orgánico. ....	48
43. Magnesio foliar por nivel de abono orgánico.....	48
44. Incremento de la altura de las plantas de café cada 30 días en los tratamientos en estudio. ....	53
45. Incremento del diámetro de tallo de las plantas de café cada 30 días en los tratamientos en estudio.....	58
46. Incremento del número de hojas de las plantas de café cada 30 días en los tratamientos en estudio.....	63
47. Promedios de longitud radicular en <i>cafea</i> arábica por tratamiento. ....	67
48. Promedios de volumen radicular en <i>cafea</i> arábica por tratamiento. ....	68
49. Promedios de área foliar <i>cafea</i> arábica por tratamiento.....	69
50. Promedios de peso fresco y seco <i>cafea</i> arábica por tratamiento. ....	71
51. Incremento del contenido de clorofila en <i>cafea</i> arábica por tratamiento en estudio.....	73
52. Índice de clorofila falker vs valores SPAD con 20% de abono. ....	74
53. Índice de clorofila falker vs clorofila A + B (Etanol al 90%) mg con 20% de abono. ....	74
54. Índice de clorofila falker vs clorofila A + B (Acetona al 80%) mg con 20% de abono. ....	74
55. Valores SPAD vs clorofila A + B (Etanol al 90%) mg con 20 % de abono. ....	75

56. Valores SPAD vs clorofila A + B (Acetona al 80%) mg con 20% de abono. ....	75
57. Clorofila A + B (Acetona al 80%) mg vs clorofila A + B (Etanol al 90%) mg con 20% de abono. ....	75
58. Índice de clorofila falker vs valores SPAD con 40% de abono. ....	76
59. Índice de clorofila falker vs clorofila A + B (Etanol al 90%) mg con 40% de abono. ....	76
60. Índice de clorofila falker vs clorofila A + B (Acetona al 80%) mg con 40% de abono. ....	76
61. Valores SPAD vs clorofila A + B (Etanol al 90%) mg con 40% de abono. ....	77
62. Valores SPAD vs clorofila A + B (Acetona al 80%) mg con 40% de abono. ....	77
63. Clorofila A + B (Acetona al 80%) mg vs clorofila A + B (Etanol al 90%) mg con 40% de abono. ....	77
64. Índice de clorofila falker vs valores SPAD con 60 % de abono. ....	78
65. Índice de clorofila falker vs clorofila A + B (Etanol al 90 %) mg con 60 % de abono. ....	78
66. Índice de clorofila falker vs clorofila A + B (Acetona al 80 %) mg con 60% de abono. ....	78
67. Valores SPAD vs clorofila A + B (Etanol al 90%) mg con 60% de abono. ....	79
68. Valores SPAD vs clorofila A + B (Acetona al 80%) mg con 60% de abono. ....	79
69. Clorofila A + B (Acetona al 80%) mg vs clorofila A + B (Etanol al 90%) mg con 60% de abono. ....	79
70. Prolongación de Respiración en el suelo por tratamiento del experimento. ....	83
71. Pesado de suelo y abono orgánico usado para determinar el porcentaje de humedad. ....	105
72. Comparación de los tratamientos al 20 % de abono orgánico. ....	105
73. Comparación de los tratamientos al 40 % de abono orgánico. ....	106
74. Comparación de los tratamientos al 60 % de abono orgánico. ....	106
75. Calibración del medidor electrónico de clorofila SPAD-502.....	107
76. Calibración del medidor electrónico de clorofila Falker Clorofilog CFL-1030.....	107
77. Visita del jurado de tesis a los 120 ddt el 13 de junio del 2023 .....	108
78. Resultados de análisis inicial del suelo agrícola. ....	109
79. Resultado del análisis especial del abono orgánico Municipal y Biopalma.....	110
80. Resultado del análisis especial del abono orgánico Lombricompost. ....	111
81. Resultado del análisis de caracterización de suelo al final del experimento.....	112

82. Resultado del análisis de caracterización de suelo al final del experimento.....	113
83. Resultado del análisis especial foliar al final del experimento.....	114
84. Resultado del análisis especial foliar al final del experimento.....	115

## RESUMEN

El trabajo fuentes y niveles de abonos orgánicos en la obtención plantones de café se realizó en el vivero “El Agrónomo” de la facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva en Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, entre los meses de enero a julio del 2023, Los datos meteorológicos durante los meses enero a julio existiendo una temperatura promedio de 30,33 °C, una humedad relativa promedio de 83,38 % y una precipitación promedio de 7,76 mm/mes.

Este trabajo de tesis tuvo la finalidad de determinar el efecto de tres abonos orgánicos en tres niveles diferentes de cada abono comparado con dos testigos en el crecimiento de plantones de café las actividades realizadas fueron preparación del campo experimental, muestreo inicial del suelo y del abono orgánico, germinado de semillas, preparación de los sustratos, instalación de camas almacigueras, trasplante, análisis final de suelo y contenido nutricional de plantones de café, contenido de clorofila en las hojas del café, se empleó el diseño completamente al azar con once tratamientos incluyendo dos testigos, la comparación de medias se llevó a cabo con la prueba de DGC ( $\alpha= 0,05$ ); cada tratamiento tuvo doce unidades experimentales. Los resultados obtenidos al final del experimento indican que el tratamiento: T<sub>5</sub> (40 % abono orgánico BiopPalma) obtuvo una altura de 36,03 cm, para diámetro de tallo el T<sub>4</sub> (20 % abono orgánico BiopPalma) registro el mayor diámetro con 4,81 mm, la variable número de hojas obtuvo un mejor resultado con el T<sub>6</sub> (60 % abono orgánico BiopPalma) registrando un promedio de 22,63 hojas, para longitud radicular el T<sub>1</sub> (20% lombricompost) alcanzó un promedio de 29,74 cm, para el volumen radicular el T<sub>6</sub> (60% abono orgánico BiopPalma) obtuvo un valor promedio de 15,53 ml, en cuanto al área foliar el T<sub>6</sub> (60 % de abono orgánico Biopalma) alcanzó un promedio de 945,45 cm<sup>2</sup>, para peso fresco el T<sub>5</sub> (40 % abono orgánico BiopPalma) obtuvo 45,51 g de promedio, en peso seco el T<sub>6</sub> (60 % abono orgánico BiopPalma) obtuvo 11,20 g como promedio, en el análisis de clorofila total se obtuvo que el T<sub>9</sub> (20% abono orgánico municipal) obtuvo mayor lectura con el equipo CloroFILOG CFL-1030 con 84,82 ICF, el T<sub>5</sub> (40 % abono orgánico municipal) registro la mayor lectura con el equipo SPAD-502 con 66.47 unidades SPAD, la extracción de clorofila mediante etanol 90% se obtuvo que el T<sub>6</sub> (60 % abono orgánico Biopalma) registró 26.,52 mg , para la extracción con acetona el T<sub>9</sub> (20 % abono orgánico municipal) obtuvo el mayor valor con 21,69 mg, en cuanto a la prueba de respiración en el T<sub>2</sub> (40 % lombricompost) registro las mayores lecturas de mg CO<sub>2</sub> a los 3, 7, 14, 21 y 35 días con 290,40/ 138,60/ 96,41/77.79 y 58.49 mg de CO<sub>2</sub> respectivamente.

Palabras clave: Biometría, composts municipal, biopalma, vermicompost, CloroFILOG.

## ABSTRACT

The work sources and levels of organic fertilizers for obtaining coffee seedlings was carried out in the school of agronomy's "El Agrónomo" plant nursery at the Universidad Nacional Agraria de la Selva in Tingo María in the Rupa Rupa district, of the Leoncio Prado province in the Huánuco region [of Peru,] between the months of January and July in 2023. The meteorological data during the months from January to July [were that] an average temperature of 30.33 °C, an average relative humidity of 83.38 %, and an average precipitation of 7.76 mm/month existed.

The purpose of this thesis work was to determine the effect of three organic fertilizers on three different levels for each fertilizer, in comparison to two controls, on the growth of coffee seedlings. The activities that were carried out were the preparation of the experimental field, the initial sampling of the soil and of the organic fertilizer, the germination of the seeds, the preparation of the substrata, the installation of seedbeds, the transplanting, and the final analysis of the soil, of the nutritional content of the coffee seedlings, and of the chlorophyll content of the coffee leaves. A completely randomized design was used with eleven treatments, including two controls. The means comparison was carried out with the DGC test ( $\alpha= 0.05$ ); each treatment had twelve experimental units. The results that were obtained at the end of the experiment indicate that with treatment T<sub>5</sub> (40 % BioPalma organic fertilizer) a height of 36.03 cm was obtained; for the stalk diameter, the greatest diameter was recorded with T<sub>4</sub> (20 % BioPalma organic fertilizer) at 4.81 mm; the best results for the number of leaves variable was obtained with T<sub>6</sub> (60 % BioPalma organic fertilizer) [where] an average of 22.63 leaves was recorded; for the root length, an average of 29.74 cm was achieved with T<sub>1</sub> (20% worm compost); for the root volume, an average value of 15.53 ml was obtained with T<sub>6</sub> (60% BioPalma organic fertilizer); with respect to the foliar area, an average of 945.45 cm<sup>2</sup> was achieved with T<sub>6</sub> (60 % Biopalma organic fertilizer); for the fresh weight, an average of 45.51 g was obtained with T<sub>5</sub> (40 % BioPalma organic fertilizer); in dry weight, an average of 11.20 g was obtained with T<sub>6</sub> (60 % BioPalma organic fertilizer); for the total chlorophyll analysis, the greatest reading with the ClorfiLOG CFL-1030 was obtained for T<sub>9</sub> (20% municipal organic fertilizer) at 84.82 ICF; the greatest reading recorded with the SPAD-502 equipment was for T<sub>5</sub> (40 % municipal organic fertilizer) at 66.47 SPAD units; [for] the chlorophyll extraction using 90% ethanol it was obtained [that for] T<sub>6</sub> (60 % Biopalma organic fertilizer) 26.52 mg was recorded; for the extraction with acetone, the greatest value was obtained with T<sub>9</sub> (20 % municipal organic fertilizer) at 21.69 mg; and with respect to the respiration test, the greatest reading for mg of CO<sub>2</sub> at 3, 7, 14, 21, and 35 days was from T<sub>2</sub> (40 % worm compost) with values of 290.40, 138.60, 96.41, 77.79, and 58.49 mg of CO<sub>2</sub>, respectively.

Keywords: Biometrics, municipal compost, biopalma, vermicompost, ChloroFILOG.

## I. INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de la agricultura, la producción de plántones de café en vivero se enfrenta a desafíos significativos, especialmente en lo que respecta al uso de abonos. El empleo excesivo de fertilizantes químicos y la falta de prácticas sostenibles han generado impactos negativos en el medio ambiente y en la calidad de los cultivos.

La importancia de abordar esta problemática radica en la necesidad de promover prácticas agrícolas sostenibles y la adopción de un enfoque de economía circular en la producción de plántones de café. El uso de abonos orgánicos ofrece una alternativa viable y respetuosa con el medio ambiente para mejorar la fertilidad del suelo, promover la biodiversidad y reducir la dependencia de insumos químicos. Además, esta práctica puede contribuir a la mejora de la calidad del café, aumentando su valor en el mercado y generando beneficios económicos a largo plazo para los productores. El mantenimiento de la vida en el suelo es una condición esencial para asegurar la fertilidad, la cual se encargaría de la nutrición de los cultivos y mejoraría su rendimiento, según un manejo ecológico del suelo (SAMANIEGO, 2006).

Esta investigación se fundamenta en la necesidad de encontrar soluciones que permitan conciliar la producción agrícola con la conservación del medio ambiente y la generación de beneficios económicos para los productores. El estudio del uso de abonos orgánicos en la producción de plántones de café en vivero no solo puede ofrecer perspectivas innovadoras para mejorar la eficiencia y la rentabilidad de los cultivos, sino que también puede contribuir al desarrollo de estrategias de adaptación al cambio climático y a la mitigación de sus impactos en el sector agrícola. Los fertilizantes orgánicos mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, lo cual favorece el crecimiento y el desarrollo de las plantas al proporcionar nutrientes. (Astier y Hollands, 2005).

En este sentido, esta investigación busca proporcionar evidencia científica y práctica que respalde la adopción de prácticas agrícolas más sostenibles y resilientes en la producción de café, por lo que, buscaremos la mejor fuente y dosis de abono orgánico en la obtención de plántones. Para esto planteamos objetivos: Determinar el efecto de los abonos orgánicos en la obtención de plántones de café, así como el efecto sobre las características físicas, químicas y biológicas, la mejor fuente y nivel de abono orgánico, el efecto en el contenido de clorofila y el análisis de rentabilidad.

**Objetivo general:**

Determinar el efecto de fuentes y niveles de abono orgánico en la obtención de plántones de *Coffea arabica* cultivar Obatá rojo en vivero.

**Objetivos específicos:**

1. Determinar el efecto de tres abonos orgánicos sobre las características físicas, químicas y biológicas del sustrato.
2. Determinar la mejor fuente y nivel de abono orgánico en la obtención de plántones de *Coffea arabica* en condiciones de vivero.
3. Determinar el efecto de tres abonos orgánicos en el contenido de clorofila de los plántones de *Coffea arabica* en condiciones de vivero.
4. Determinar el análisis de rentabilidad o relación beneficio costo de los tratamientos en estudio.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. El cultivo de *Coffea arabica* L.

#### 2.1.1. Producción de C. arábica en Perú.

Actualmente, Perú cuenta con 16 áreas designadas para la producción de café, siendo San Martín, Junín, Cajamarca, Amazonas y Cusco algunas de las más destacadas. En 2017, se estimó que el área total de café cosechada era de 384 mil hectáreas, involucrando a 236 mil familias dedicadas a la producción de café (MINAGRI, 2018; MINCETUR, 2018). Perú se destaca en las exportaciones de café orgánico, con 90 mil hectáreas certificadas, liderando en este aspecto. Además, una parte significativa del café exportado por Perú es orgánico, principalmente debido a la limitada capacidad de los productores a pequeña escala para costear fertilizantes químicos y pesticidas. (USDA, 2018).

#### 2.1.2. Cultivar Obatá rojo

##### a. Origen

Se deriva del cruce de la cultivar Villa Sarchi con el híbrido de Timor (CIFC 832/2), el cual generó el híbrido F<sub>1</sub> (H 361/4) hecho por el Centro de Investigación de las Ferrugens del Cafetero (CIFC), en Oeiras, Portugal. En 1971 la descendencia del H 361/4 (F<sub>2</sub>) se introdujo a Brasil para continuar con la evaluación de esta progenie a través del Instituto Agronómico de Campinas (IAC). Plantas de la F<sub>2</sub> se cruzaron con la variedad Catuaí de fruto rojo, con el propósito de mejorar productividad con resistencia a roya hasta llevarla a la sexta descendencia (F<sub>6</sub>) que dio origen a la variedad Obatá IAC 1629-20. Esta fue registrada en el Registro Nacional de Variedades Vegetales (RNC) en 1999 y se realizó el lanzamiento oficial por el IAC en el año 2000 (Velásquez, 2019).

#### 2.1.3. Características morfológicas

Es una variedad que tiene una alta resistencia a la roya y un porte bajo. Sus entrenudos son cortos, sus hojas son grandes y anchas con bordes ligeramente ondulados y sus brotes son verdes. La altura y el diámetro de la copa son similares a los del Catuaí Amarillo. Tiene una alta capacidad de emitir ramas secundarias, produce frutos grandes, rojos y de forma oblonga que maduran tarde. Tiene grano grande y tiene un tamaño promedio de zaranda 17. Sin embargo, el porcentaje de granos normales (planos) es superior al 85 %, mientras que el tamiz promedio es del 17 %.

El rendimiento es de aproximadamente el 50%. La bebida es muy buena y necesita mucha nutrición. Es de maduración tardía, a veces más que la Catuaí Rojo. En el período de seis años de cosechas consecutivas, la productividad media es de 37,50 sacos de café por hectárea/año. En evaluaciones realizadas en Brasil (Heron, SP), se encontró una

productividad promedio de 35 qq pergamino seco por manzana en seis años. Es vulnerable al ataque de nemátodos fitoparásitos. Es exigente en nutrición debido a su gran vitalidad y buen desarrollo, y requiere un amplio espacio entre plantas (más de 1 m) para expresar su potencial genético. (Velásquez, 2019).

#### 2.1.4. Requerimientos agroecológicos

Los factores ambientales y edáficos de las zonas cafetaleras, como la ubicación del terreno (altitud y latitud), el clima (temperatura, luz, humedad y precipitación) y el tipo de suelo (características físicas y químicas), están relacionados con el crecimiento y desarrollo vegetativo del café. (Marín, 2012).

**Tabla 1.** Requerimientos climatológicos del café.

Condiciones	Rangos
Altitud (m.s.n.m.)	1,000 – 1,600
Precipitación pluvial (mm)	1,000 – 2500
Temperatura (°C)	18 – 22
Humedad relativa (%)	70 – 95
Luminosidad (horas de brillo solar al año)	1,500 – 2,500

Fuente: Desco – Programa Selva Central (2012)

#### 2.1.5. Requerimientos de Suelo

Los macroelementos (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, azufre y magnesio) y los microelementos (zinc, boro, hierro, molibdeno, manganeso y cobre) son los elementos minerales que la planta necesita más para crecer y formar frutos. Debido a que puede crecer tanto en suelos ácidos de texturas arcillosas a franco arcillosas como en suelos aluviales, el cafeto parece no requerir una naturaleza de sustrato muy definida. En cuanto al pH de los sustratos, se reconoce que las condiciones más favorables se encuentran entre 4,5 y 5,0 pero es obvio que el cafeto puede desarrollarse a un pH de 7, por lo que este criterio no debe interpretarse demasiado estrictamente. (Guerrero, 2012).

#### 2.1.6. Producción de plantones de café

Según Marín (2012), la etapa de germinación está establecida por las siguientes actividades:

##### a. Germinador de la semilla de *Coffea arábica* cultivar Obatá rojo.

El proceso de selección de semillas de cerezo comienza con la identificación de lotes homogéneos con plantas de cuatro a ocho años de producción. Se seleccionan y marcan plantas madres con características deseables como alto rendimiento y

tolerancia a plagas y enfermedades. Durante la cosecha, se recolectan los cerezos maduros de la parte central de la planta, y se realiza una primera selección manual después de hacerlos flotar para despulparlos sin dañar las semillas. Los granos se fermentan, lavan, secan a la sombra y se seleccionan según su forma y tamaño. Luego se desinfectan con ceniza o fungicida y se almacenan en lugares secos y ventilados por hasta seis meses, con una humedad del 18-25%.

La germinación dura de 2,00 a 2,50 meses. Se recomienda construir un cajón de 1 m<sup>2</sup> y 20 cm de profundidad por cada kilogramo de semillas, utilizando arena lavada de río o tierra cernida como sustrato. El sustrato se desinfecta antes de sembrar las semillas. Estas se cubren con una capa de sustrato de doble espesor y se cubre el germinador para conservar la humedad y favorecer la germinación. Después de 60 a 70 días, las plántulas estarán listas para ser trasladadas al vivero. (Marín, 2012).

**b. Vivero para *Coffea arábica* cultivar Obatá rojo.**

El vivero debe ser un terreno plano o con pendiente ligera (4 %), protegido del acceso a animales, cercano a una fuente de agua, debe ser de fácil acceso y lugar estratégico, al inicio dejar ingresar un 60 % de luz, a partir del cuarto mes dejar expuestos los plantones al 100 % de luz hasta su traslado a campo definitivo.

El sustrato debe recolectarse cernido de sustrato, preferiblemente de bosque primario o secundario, con una malla con abertura de 1 cm<sup>2</sup>. El llenado de bolsas implica presionar con los dedos para que la base y las esquinas de la bolsa estén llenas adecuadamente. Presionar uniformemente con una estaca para evitar deformación y espacios vacíos en la bolsa. Se recomienda utilizar bolsas de drenaje de 5”x7” con agujeros de 1 mm. Posteriormente, se ordena el sustrato ya embolsado con un cordón para un alineamiento adecuado, considerando 6 a 8 bolsas de ancho y largo por cama, con distancias de 40 cm entre camas.

La selección de plántulas del germinador implica desechar aquellas con raíces anormales o enfermas, lavar y desinfectar las raíces con una solución de captan y flutolanil. Durante el trasplante en el vivero, se deben regar las bolsas de sustrato, hacer hoyos en el centro, colocar las plántulas con raíces sanas y cortas, ajustando el cuello de la planta al nivel del sustrato y compactando el suelo para evitar espacios de aire alrededor de las raíces.

Se debe construir un tinglado de 1,80 a 2,00 m de altura con postes perimetrales cada 3 a 5 m y regular la entrada de luz (40 % de sombra y 60 % de luz) con malla Raschell u otros materiales locales. Esto ayuda a las plántulas a protegerse del sol

durante los primeros meses. El tinglado se retira gradualmente de las plántulas para adaptarlas a las condiciones del campo cuando tienen cinco a seis pares de hojas.

Se recomienda regar las plántulas por la mañana y por la tarde en el vivero para mantener una humedad ideal. También se recomienda realizar el deshierbo una vez al mes y aplicar abono foliar si es necesario. Las plagas y enfermedades deben monitorearse continuamente y controlarse a tiempo. Es crucial controlar la sombra, comenzando con un 60% de luz y aumentando al 100% después de un mes antes de trasladarse al campo definitivo. Se recomienda fertilizar después de que aparezcan los primeros pares de hojas verdaderas con guano de isla y fosfato di amónico. Después del cuarto par de hojas, se puede realizar una segunda fertilización. (Marín, 2012).

## **2.2. Fertilización**

### **2.2.1. Concepto de fertilización**

El fertilizante es un compuesto que contribuye a la nutrición de las plantas al ser agregado al suelo o aplicado directamente sobre la planta. Los macronutrientes principales son el nitrógeno, fósforo, potasio y azufre, mientras que los micronutrientes incluyen hierro, cobre, molibdeno y zinc (Urbina, 2013).

La deficiencia de estos minerales en el suelo puede afectar el crecimiento y rendimiento de los cultivos, así como la calidad de los productos cosechados (Urbina, 2013; Castro y Laguna, 2018). Existen fertilizantes orgánicos y químicos, sólidos o líquidos, que proporcionan nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio para el desarrollo vegetativo, resistencia, floración y desarrollo de frutos, así como para la asimilación de otros nutrientes.

### **2.2.2. Tipos de fertilizantes**

#### **a. Fertilizante químico**

Los fertilizantes químicos son sustancias sintéticas o naturales que no provienen de animales o plantas. Los yacimientos contienen sustancias naturales como el cloruro de potasio, la roca fosfórica y el salitre. Los sintéticos, que se componen principalmente de minerales de nitrógeno, fósforo y potasio, se producen artificialmente. Si tienen solo un elemento, se llama simple y si tienen más de uno, se llama compuesto. (Enríquez y Duicela, 2014).

Para que los fertilizantes se disuelvan en el riego, deben tener una baja solubilidad en agua, lo que permite que las plantas absorban los nutrientes pasivamente. Por lo general, son mezclas químicas que se aplican al suelo de una variedad de maneras y se absorben por las raíces para llegar a los órganos vegetales. Las plantas absorben los nutrientes

esenciales como el nitrógeno, el fósforo y el potasio de la tierra a través de sus raíces. (Centeno et al., 2014; Castro y Laguna, 2018).

**b. Fertilizantes foliares**

Los fertilizantes foliares son líquidos que se aplican en pulverización, a menudo diluidos en agua. Se administran a través de las hojas, lo que proporciona nutrientes de manera rápida porque se absorben directamente sin llegar a las raíces. Este método de fertilización nutre directamente a las plantas y puede ser útil en situaciones en las que la absorción de nutrientes por las raíces está comprometida. De acuerdo con Enríquez y Duicela (2014) y Castro y Laguna (2018). Para garantizar una nutrición adecuada para las plántulas, suministran principalmente microelementos como calcio, magnesio, azufre, boro, cloro, hierro, manganeso, molibdeno, zinc y cobre.

**c. Fertilizantes orgánicos**

El abono orgánico es rico en MO, energía y microorganismos, pero bajo en elementos inorgánicos. Se obtienen de la descomposición y mineralización de la MO, como el estiércol, los desechos de la cocina y la hierba verde incorporada al suelo, y se utilizan en los suelos agrícolas para activar y aumentar la actividad microbiana del suelo. (Garro, 2016). El proceso de revisión de MO produce abonos orgánicos. Los microbios son esenciales en este proceso porque descomponen el MO y permiten que las plantas lo usen para la nutrición. (Román et al., 2013; Lefèvre et al., 2017).

Los fertilizantes orgánicos son amigables para el medio ambiente en general, pero son considerados los menos rentables debido a que su efecto sobre las plantas es tardado para la producción (Centeno, et al., 2014; Castro y Laguna, 2018).

**2.2.3. Propiedades de los abonos orgánicos**

**a. Propiedades físicas**

El color oscuro del suelo absorbe más radiación solar y el suelo adquiere más temperatura, lo que facilita la absorción de nutrientes. Esto mejora la estructura y textura del suelo, hace que los suelos arcillosos sean más ligeros y los suelos arenosos sean más densos. Además, aumenta la retención de agua en el suelo durante la lluvia, lo que ayuda a mejorar el agua de riego y reduce la erosión. (López et al., 2001; Pérez et al., 2008)

**b. Propiedades químicas**

Los fertilizantes orgánicos mejoran la capacidad de absorción del suelo y reducen las variaciones de pH, lo que aumenta la capacidad de intercambio catiónico del suelo y la fertilidad. (López et al., 2001; Pérez et al., 2008).

### **c. Propiedades biológicas**

Los abonos orgánicos ayudan a airear y oxigenar el suelo, aumentando la actividad del sistema radicular y los microorganismos aeróbicos. Además, producen sustancias inhibitoras y promotoras del crecimiento que aumentan significativamente el crecimiento de microbios beneficiosos que descomponen la MO, lo que favorece el crecimiento de los cultivos. (López et al., 2001; Pérez et al., 2008).

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

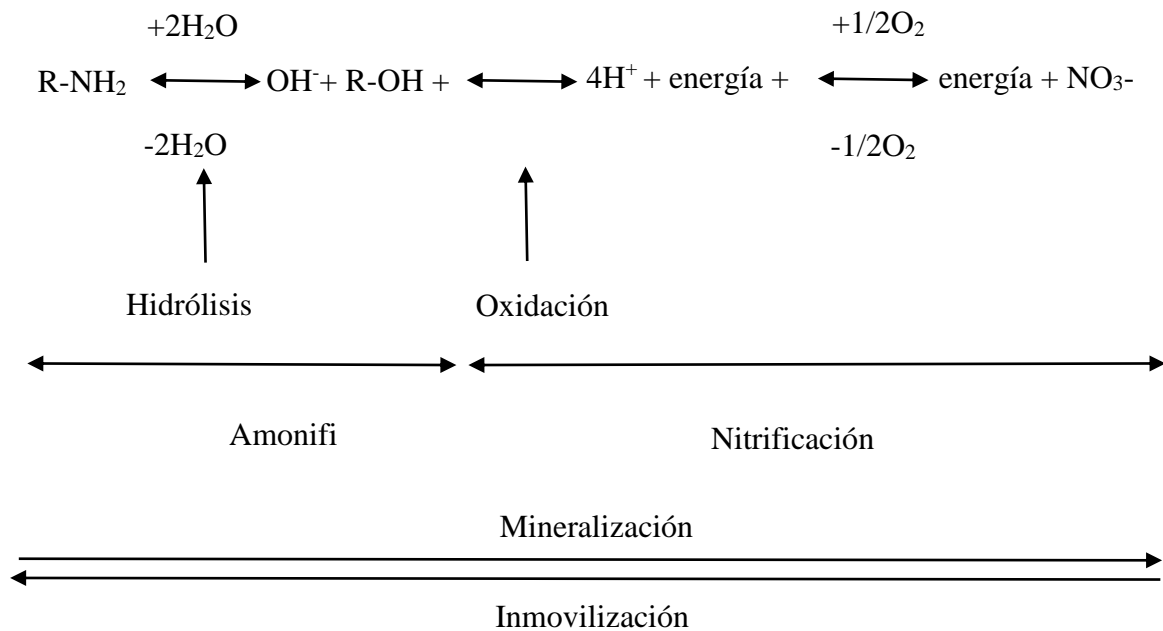
Los abonos orgánicos ofrecen una fuente constante de materia orgánica y son fáciles de preparar con materiales baratos y disponibles en fincas. Mejoran la nutrición del suelo, mantienen la humedad y facilitan la entrada de nutrientes. Además, incrementa la presencia de flora y fauna beneficiosas, protegen el medio ambiente y la biodiversidad y son seguros para la salud humana y animal. Ayudan en la creación de microorganismos beneficiosos y pueden generar ingresos adicionales, siendo esenciales para la transición de la agricultura convencional a la agricultura orgánica.

Los abonos orgánicos pueden satisfacer la demanda de nutrientes de los cultivos utilizando menos fertilizantes químicos y mejorando las características de las plantas. (MAG, 2001; Rodríguez et al., 2009). Además, los abonos orgánicos mejoran las características de los suelos que han sido dañadas por la sobreexplotación y el uso excesivo de agroquímicos. (Nieto et al., 2002).

#### **2.2.5. Mineralización de la materia orgánica**

La mineralización implica la descomposición de materia orgánica por microorganismos del suelo. Las enmiendas orgánicas, como restos vegetales o animales, aportan nitrógeno mayormente en formas orgánicas no disponibles para las plantas. Este nitrógeno debe convertirse en formas inorgánicas (nitrato y amonio) para que las plantas puedan absorberlo fácilmente (Li et al., 2003).

La Figura 1 muestra las reacciones que ocurren durante el proceso de mineralización. La amonificación, que es la conversión del nitrógeno orgánico a amonio, es la primera etapa del proceso de mineralización. Los microorganismos heterótrofos utilizan sustratos de carbono como fuente de energía y compuestos orgánicos como nucleótidos y aminoácidos como sustrato alimenticio. Luego ocurre la nitrificación, que es la oxidación del amonio a nitrato por bacterias autotróficas, en condiciones de buena aireación y un pH cercano a la neutralidad. (Hart et al., 1994; citado por Valé, 2006).



**Figura 1.** Proceso de mineralización-inmovilización de la materia orgánica.

Fuente: Brady y Weil (2008).

La materia orgánica promueve el crecimiento vegetal dentro de ciertos límites y proporciona un impulso adicional cuando los factores de crecimiento no son óptimos. Las sustancias húmicas estimulan el metabolismo y mejoran los procesos energéticos de las plantas, además de tener efectos hormonales y aumentar la permeabilidad de las células radiculares, lo que facilita la absorción de sales del suelo. (Brady y Weil, 2008).

#### 2.2.6. Residuos sólidos

Cualquier material inútil o no deseado producido por la actividad humana en cualquier estado físico que puede liberarse en cualquier medio receptor, como la atmósfera, el agua o el suelo, se conoce como desecho sólido (Rosas et al., 2017). Los residuos sólidos urbanos (RSU) son residuos domiciliarios. Los residuos sólidos municipales también incluyen lo que comúnmente se conoce como residuos generados en grandes cantidades en las ciudades, y los residuos sólidos urbanos son diferentes de los residuos domiciliarios. (Grómez, 1995; Guzmán y Macías, 2011; Huerta y Cruz, 2018).

#### 2.2.7. Residuos agrícolas

Aunque estos materiales son excedentes o desechos de la industria, pueden ser reciclados y utilizados como recursos en ciertos procesos. Los desechos de cosecha, las plantas de huerta o jardín, las podas trituradas, las hojas caídas, el heno, la hierba cortada y el aserrín se pueden incluir, preferiblemente en capas delgadas o previamente secadas. (Valderrama, 2013; Del Castillo, 2019).

### **2.2.8. Residuos domiciliarios**

Proviene de los hogares, limpieza de calles y aceras, áreas verdes y emprendimientos industriales y comerciales (Muñoz, 1999 y Enciso, 2020). Los desechos sólidos en las ciudades son objetos, materiales o sustancias que se desechan o quedan después del consumo y el desarrollo de la actividad humana. (Rivas, 2018).

### **2.2.9. Madurez y estabilidad del abono orgánico**

La estabilidad biológica del abono orgánico se define como la tasa o el grado de degradación de la MO. Esto se puede expresar en función de la actividad microbiana y generalmente se puede medir mediante mediciones de respiración una medida del consumo de oxígeno o la liberación de CO<sub>2</sub>. (Zapata, 2009). Desde este punto de vista, la estabilidad es parte de la madurez. Además, de manera indirecta, el abono orgánico es inmaduro cuando no está bioestabilizado. (García et al., 2014).

Además, varias sustancias presentes en abonos orgánicos inmaduros pueden disminuir el rango de crecimiento de las plantas. Esto depende de la fuente del material utilizado y del proceso de compostaje del abono. (Wu y Ma, 2001 y Wolkowski, 2003).

### **2.2.10. Indicadores químicos del abono orgánico**

#### **a. pH del suelo**

La maduración del abono orgánico es fundamental para su desarrollo. Al principio, el pH disminuye debido a la formación de ácidos orgánicos, pero luego aumenta gradualmente a un rango de 6,5 a 8,5. Para un mejor rendimiento, el pH debe ser cercano a la neutralidad o ligeramente ácido porque afecta la disponibilidad de nutrientes y la actividad biológica. (Baquero y Uni, 2017; Castillo, 2020; Bailón y Florida, 2021).

#### **b. Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica muestra la presencia de sales solubles en el abono orgánico, y altos niveles pueden tener un impacto en la germinación de semillas y el rendimiento de los cultivos, dependiendo de su tolerancia y el tipo de suelo. Se deben controlar los sustratos para garantizar una baja salinidad, y los abonos orgánicos deben cumplir con los requisitos de conductividad, medidos en una dilución de 1:5, siendo menos de 3 dS/m para la clase A y menos o igual a 8 dS/m para la clase B.. (Baquero y Uni, 2017; Castillo, 2020; Bailón y Florida, 2021).

#### **c. Humedad**

Este indicador calcula la cantidad de agua presente en el abono orgánico. Una humedad del 60 % o más puede indicar una falta de ventilación por falta de aire. El

contenido de humedad del abono orgánico debe estar entre el 30% y el 45% del peso húmedo; valores por debajo del 30% pueden indicar una estabilidad insuficiente del abono orgánico por falta de humedad. (Baquero y Uni, 2017; Castillo, 2020; Bailón y Florida, 2021).

#### d. Materia orgánica del abono orgánico

Representa la cantidad de materia seca que queda en la MO después del proceso de abono orgánico. Los niveles inferiores al 30% frecuentemente indican la presencia de arena, tierra, ceniza u otros materiales minerales combinados con abono orgánico, mientras que los niveles superiores al 6% señalan que los desechos no se han compostado adecuadamente. El contenido de MO en el abono orgánico debe ser del 20% o superior. (Baquero y Uni, 2017; Castillo, 2020; Bailón y Florida, 2021).

**Tabla 2.** Valores promedios de un compost.

Parámetros	Valores
Humedad (%)	30 - 60
Materia orgánica (sms)	30 - 60
Relación C/N	10 - 20
pH	6,5 - 8,5
Conductividad dS/m	0,5 - 4,0
Nitrógeno (N) %	1,0 - 2,5
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) %	0,4 - 1,2
Potasio (K <sub>2</sub> O) %	0,5 - 1,3

Fuente: FRAISORO (2013).

**Tabla 3.** Rango óptimo de un compost comercialmente aceptable.

Elemento	Unidad	Rango óptimo
pH		6,5 - 8
Materia orgánica	%	25 - 50
Nitrógeno (%N)	%	1,5 > - 2 >
Humedad (%)	%	<40
Fósforo (%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	0,15 - 1,15
Potasio (%K <sub>2</sub> O)	%	0,5 - 1,8
C	%	Ago-50
Relación C/N	%	<20
CICe	meq/100g	75 - 100
Ca	%	1,5 - 7
Mg	%	0,49 - 1,06
Fe	ppm	<800 - <1500
Mn	ppm	<300 - <1200
Cu	ppm	<100 - <150
Zn	ppm	<200 - <400
Color	.....	Café negro
Olor	.....	Tierra

Fuente: ALTAMIRANO y CABRERA, (2006). GIMÉNEZ *et al.* (2005).

## **2.3. Insumos agrícolas a utilizar en esta investigación**

### **2.3.1. Lombricompost.**

Este abono orgánico se obtuvo del granjero de la facultad de zootecnia de UNAS, para su producción recolectan las excretas de las jaulas de los vacunos y cuyes. Estos son llevados a su planta de compostaje donde adicionan cenizas, cascarilla de arroz y lombrices, por un periodo de hasta tres meses, los volteos son realizados una vez por semana.

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).

### **2.3.2. Abono orgánico Biopalma**

#### **a. Descripción**

El abono orgánico Biopalma es un bioabono derivado de subproductos de la planta extractora de aceite de palma, estabilizado con microorganismos eficientes. Es 100 % vegetal y diseñado para mejorar las propiedades físicas y biológicas del suelo de manera sostenible. Este producto promueve una agricultura responsable al estimular la actividad biológica del suelo y potenciar el crecimiento de raíces. Contiene una alta carga orgánica y la mayoría de los nutrientes necesarios para el desarrollo y producción de las plantas. (ACEPAT, 2022).

#### **b. Beneficios**

El abono orgánico Biopalma mejora las propiedades físicas del suelo, formando agregados estables y aumentando la retención de agua, lo que previene la erosión. También incrementa las reacciones químicas, como el intercambio catiónico, facilitando la movilidad de nutrientes hacia las plantas. Además, aumenta la disponibilidad de macro y micronutrientes en el suelo, su capacidad buffer y la solubilización de nutrientes, potenciando la eficiencia de los fertilizantes químicos. Es un producto orgánico versátil adecuado para diversos suelos y cultivos. (ACEPAT, 2022).

#### **c. Compatibilidad, dosis y uso**

El abono orgánico Biopalma es compatible con distintas fuentes de macro y micronutrientes, que son mezclados en proporciones adecuadas le permiten ofrecer al mercado de los fertilizantes. Es potencializado y especializado para los diferentes cultivos y requerimientos agroecológicos. La dosis de aplicación debe ser consultada con un especialista de acuerdo a las necesidades de cada cultivo. El uso eficiente en cualquier tipo de sembrío sin

ningún tipo de preparación o mezcla. Como abono orgánico para los productores orgánicos y como enmienda y mejorador de suelos para productores convencionales (ACEPAT, 2022).

**d. Presentación**

El abono orgánico Biopalma es de textura fina, sólido de color marrón oscuro, olor característico presentados en sacos de 50 kg (ACEPAT, 2022).

**2.3.3. Abono orgánico municipal**

Aproximadamente 200 kilogramos fueron utilizados y obtenidos de la Municipalidad Provincial de Leoncio Prado, la cual posee una planta de abono orgánico en el área de Santa Rosa de Shapajilla. El Ing. Marco Guzmán Cárdenas, responsable del área ambiental de la Municipalidad, nos explicó de manera breve cómo se obtiene el abono orgánico: Cada tres días a la semana, la Municipalidad recolecta los desechos domésticos (cáscara de frutas y verduras) de las familias que están incluidas en el Programa de Segregación en Fuente. Se recopilan alrededor de 20 m<sup>3</sup> de desechos domésticos por semana, de los cuales aproximadamente el 60 % son desechos biodegradables. Estos desechos son empacados en pilas de 3,40 x 1 x 5 m y serán removidos o volteados cada tres días o teniendo en cuenta que la temperatura no exceda de 75°C. 40 L de microorganismos eficientes (EM) son usados por pila a una concentración de EM activado del 10%. Los EM se preparan manualmente por el personal de la planta utilizando la melaza de caña, la leche fresca, la levadura y la cepa madre de los EM. Este producto se usa permanentemente y en las mismas concentraciones para el compostaje de todas las pilas. En aproximadamente de 50 a 60 días después, el abono orgánico estará maduro y la humedad se mantendrá bajo un 25 %. Posteriormente, se realizará un zarandeo para obtener alrededor de 480 kg (40 %) de abono orgánico.

**2.4. Trabajos relacionados**

Julca (2000), evaluó el efecto de fuentes de materia orgánica (humus de lombriz, gallinaza, estiércol de ovino, estiércol de vacuno y pulpa de café descompuesto (siete meses)) en la obtención de plantones de *Coffea arabica* variedad Catimor, donde concluyó lo siguiente: 1) El tratamiento pulpa de café a la proporción 6:4 obtuvo la mayor altura de planta con 23,387 cm, seguido de los tratamientos pulpa de café a la proporción 5:5 y gallinaza a la proporción 5:5 con 22,307 y 22,060 cm, respectivamente (evaluado a los 105 días después del repique). 2) El mayor beneficio neto diario se obtuvo con el tratamiento pulpa de café la proporción 9:1 con 7,16 soles; mientras que los menores beneficios se obtuvieron con los tratamientos testigos mantillo y suelo franco arenoso con 4,82 soles y el tratamiento humus de lombriz a la proporción 5:5 con 4,52 soles diarios. No existen diferencias significativas para

el carácter altura de planta entre las fuentes de materia orgánica, a excepción de la fuente estiércol de ovino, que obtuvo la menor altura de planta. Se obtuvieron las mayores alturas de planta y área foliar con el efecto principal proporción tierra/materia orgánica, en los niveles 5:5 y 6:4. La mayor longitud y volumen de raíces se obtuvo con la fuente gallinaza y estiércol de ovino, no diferenciándose significativamente entre sí.

Escalante (2012), evaluó el efecto de abonos orgánicos (bocashi, gaicashi y humus de lombriz) en la obtención de plántones de dos variedades (Catimor y Caturra Roja) de *C. arabica*, donde concluyó lo siguiente: 1) El tratamiento T<sub>2</sub> (Bocashi 3: 1 Var. Catimor), obtuvo el mejor vigor, representado por la altura de tallo (27,03 cm), mostrando superioridad, seguido de los tratamientos T<sub>15</sub> (Humus de lombriz 1:1 Var. Catimor) (26,92 cm), T<sub>8</sub> (Gaicashi 3:1 Var. Catimor) (26,40 cm), T<sub>5</sub> (Bocashi 3:1 Var. Caturra rojo) (26,10 cm), T<sub>18</sub> (Humus de lombriz 1:1 Var. Caturra rojo) (26,06 cm), T<sub>11</sub> (Gaicashi 3:1 Var. Caturra rojo) (26,02 cm) y T<sub>14</sub> (Humus de lombriz 3:1 Var. Catimor) (25,92 cm), respectivamente (evaluado a los 186 días después de la siembra), de tal modo que no existen diferencias significativas entre abonos orgánicos y entre las proporciones 1:1 y 3:1 (abono orgánico: tierra agrícola). 2) En cuanto a las variedades de café, no se encontraron diferencias estadísticas en las características evaluadas, siendo la variedad Catimor que alcanzó los promedios más altos en la investigación.

Berrocal (2016), evaluó el efecto de los abonos orgánicos (bocachi, humus de lombriz, gallinaza y estiércol de vacuno) en el crecimiento de plántones de *C. arábica* bajo condiciones de vivero, donde concluyó lo siguiente: 1) El mejor abono orgánico para la producción de plántones de café bajo condiciones de vivero es el Bocashi. Donde los mejores resultados se obtuvieron con la proporción (5:1) del tratamiento de T<sub>1</sub> (Bocashi 5:1), el cual a los 120 días después del trasplante provocó el mayor crecimiento fisiológico en las variables de: altura de planta (20,62 cm), diámetro de tallo (4,45 cm) y volumen de radicular 8,70 cm<sup>3</sup>.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

El vivero agronómico de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), ubicado en la ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, a una altitud de 647 metros sobre el nivel del mar, fue el lugar donde se llevó a cabo la investigación. El centroide del campo experimental está en las coordenadas UTM 390563 m. E y 8970034 m. NORTE.

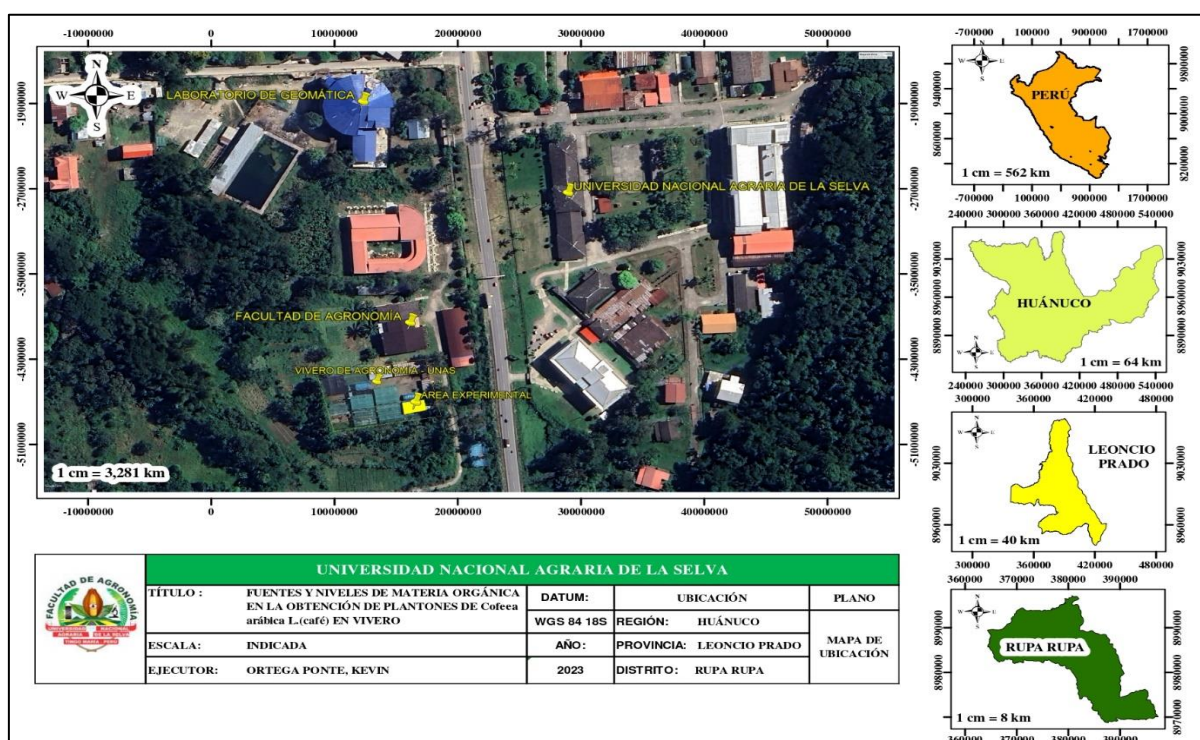


Figura 2. Ubicación del área experimental.

Fuente: (Google Eart, 2023).

#### 3.2. Zona de vida

Tingo María se encuentra en la formación vegetal bosque muy húmedo Pre-montano Tropical Bmh - PT, 1y según las zonas naturales del Perú se clasifica como Rupa Rupa o Selva Alta. Se encuentra en la cuenca del río Huallaga y su comportamiento climático es variable (Becerra, 2014).

#### 3.3. Clima

Los meses con mayores precipitaciones en Tingo María se producen entre los meses de octubre a abril y alcanza un máximo extremo en el mes de febrero con un promedio

mensual de 608,4 mm, con una temperatura media de 24,90 °C, humedad relativa promedio 86 % y la velocidad máxima del viento 22,20 m/s (Becerra, 2014).

### 3.4. Condiciones meteorológicas del experimento

En la Tabla 4, Los datos ambientales corresponden a los promedios mensuales de la campaña durante el experimento (de febrero a julio de 2023), que se registraron en la "Estación Meteorológica de Tingo María, Convenio UNAS – SENAMHI, José Abelardo Quiñones".

**Tabla 4.** Datos meteorológicos durante la ejecución del trabajo (2023).

Meses	Temperatura (°C)		H.R. (%)	Precipitación (mm)
	Max	Min		
Febrero	30,15	20,75	84,33	344,10
Marzo	29,84	21,07	84,85	297,10
Abril	31,02	20,67	82,33	180,90
Mayo	30,92	21,22	84,05	158,50
Junio	30,48	20,3	82,04	214,40
Julio	30,66	20,42	80,48	64,80
Total	212,33	145,05	583,63	1229,8
Promedio	30,33	20,72	83,38	204,97

Fuente: Estación meteorológica José Abelardo quiñones (UNAS)

El campo de ensayo tiene un clima de bosque húmedo tropical con temperaturas promedio de 30,33 °C, una humedad relativa promedio de 83,38 % y una precipitación promedio de 204,97 mm/mes.

En el periodo de evaluación se distinguieron dos épocas climatológicas, la época lluviosa de febrero a marzo en las que hubo mayor precipitación esto ocasionó que los sustratos se saturen de agua lo que pudo ocasionar la proliferación de agentes fúngicos que pudieron haber causado enfermedades en los plantones, por lo que se vio necesario colocar una malla extra en el techo del vivero para evitar que los almácigos se saturen de agua, por otro lado la época seca de abril a julio con las bajas precipitaciones, descenso de la humedad relativa y el aumento de la temperatura pudieron ocasionar estrés hídrico en los plantones y por consiguiente una disminución en el ritmo de crecimiento por lo que se tuvo sumo cuidado al momento de controlar este factor. Meurer, (2007) menciona que el agua es un factor sumamente importante ya que su escasas o exceso afecta decisivamente el desarrollo de las plantas.

Así mismo Gutiérrez y Meinzer (1994) afirman que el requerimiento de agua de las plantas de café debe ser estimados con precisión debido a que un déficit hídrico puede reducir significativamente el desarrollo de las plantas sin notar signos de marchitamiento.

### 3.5. Análisis físico-químico del suelo.

Al inicio y al final del estudio, se realizaron análisis físico-químicos de los abonos orgánicos y del suelo en el Laboratorio de Suelos y Ecotoxicología de la UNAS.

**Tabla 5.** Análisis fisicoquímico inicial del suelo.

<b>Características</b>	<b>Valores</b>	<b>Método</b>	<b>Referencia</b>	<b>Descripción</b>
Textura	Franco Arcillo arenoso	Hidrómetro Bouyoucos		
pH	7,15	potenciómetro	>7	Neutro
M.O (%)	2,581	Walkley y Black	>2 %	alto
N (%)	0,129	0,05 % (MO)	>0,2 %	bajo
P (disponible) ppm	54,745	Olsen modificado	>7 ppm	alto
K (disponible) ppm	145,936	Desplazamiento acetato de amonio	>300 ppm	bajo
CIC (Suma de cationes)	5,825	Suma de cationes	>7	bajo
Ca (Cmol+)/kg	4,711	Absorción atómica	6,6 - 11,30	bajo
Mg (Cmol+)/kg	0,674	Absorción atómica	>2,5	bajo
k (Cmol+)/kg	0,345	Absorción atómica	11-18	bajo
Na (Cmol+)/kg	0,095	Absorción atómica		
Bases cambiables (%)	100%			

Fuente: Laboratorio de Suelos y Ecotoxicología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (2023)

### 3.6. Análisis especial inicial de los abonos orgánicos.

Los análisis químicos especiales de los abonos orgánicos utilizados como fuentes para los sustratos muestran los siguientes valores.

**Tabla 6.** Análisis especial de los abonos orgánicos utilizados.

<b>Resultados</b>	<b>Abono orgánico Biopalma</b>	<b>Abono orgánico Municipal</b>	<b>Lombricompost</b>
Materia Orgánica	31,037	43,504	59,038
Nitrógeno (%)	1,456	1,344	1,288
Fósforo (%)	0,041	0,54	2,513
Calcio (%)	1,156	1,88	2,489
Magnesio (%)	0,139	0,304	1,013
Sodio (%)	0,059	0,369	0,822
Potasio (%)	0,286	1,82	1,43
Zinc (ppm)	721,951	75,378	181,391
Hierro (ppm)	407,154	2,762,074	316,901
Cobre (ppm)	41,431	15,506	25,822
Manganeso (ppm)	142,569	86,523	714,895
pH	8,7	8,5	8,7
CE uS/cm	7120	6170	9470

Fuente: Laboratorio de Suelos y Ecotoxicología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (2023)

### 3.7. Componentes en estudio

#### 3.7.1. Dosis de abonos orgánicos

a<sub>1</sub> = Lombricompost 20 – 40 - 60 % (Granjero UNAS)

a<sub>2</sub> = Biopalma. 20 – 40 - 60 % (ACEPAT)

a<sub>3</sub> = Municipal 20 – 40 - 60 % (MPLP)

#### 3.7.2. Testigos

b<sub>1</sub> = Tierra agrícola (franco arcillo arenoso)

b<sub>2</sub> = Tierra agrícola (franco arcillo arenoso) +NPK

#### 3.7.3. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio incluyen tres variedades de abonos orgánicos y tres dosis cada uno, así como un testigo con fertilizante NPK y un testigo absoluto sin abono orgánico. (Tabla 7).

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

Clave	Tratamientos	Relación sustrato abono (gramos)	Materia orgánica por 2000 g sustrato
	Descripción		
T <sub>1</sub>	20,00 % lombricompost /bolsa	1600:400	400,00 g
T <sub>2</sub>	40,00 % lombricompost /bolsa	1200:800	800,00 g
T <sub>3</sub>	60,00 % lombricompost bolsa	800:1200	1200,00 g
T <sub>4</sub>	20,00 % de abono orgánico de Biopalma/bolsa	1600:400	400,00 g
T <sub>5</sub>	40,00 % de abono orgánico de Biopalma/bolsa	1200:800	800,00 g
T <sub>6</sub>	60,00 % de abono orgánico de Biopalma/bolsa	800:1200	1200,00 g
T <sub>7</sub>	Testigo (sin materia orgánica)	2000	0,00 g
T <sub>8</sub>	Testigo (con fertilización NPK 20-20-20)	2000	0,00 g
T <sub>9</sub>	20,00 % de abono orgánico municipal/bolsa	1600:400	400,00 g
T <sub>10</sub>	40,00 % de abono orgánico municipal/bolsa	1200:800	800,00 g
T <sub>11</sub>	60,00 % de abono orgánico municipal/bolsa	800:1200	1200,00 g

### 3.8. Diseño experimental

En esta investigación se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), que consistió en 11 tratamientos repetidos cuatro veces, cada una de las cuales estaba compuesta

por 16 unidades. Los promedios se sometieron a la prueba de ANVA y luego se compararon los promedios con la prueba de DDG a un nivel de significación de ( $\alpha = 0,05$ ).

**Tabla 8.** Modelo del análisis de variancia.

<b>Fuente de variación</b>	<b>Formula</b>	<b>G.L.</b>
Tratamientos	$t - 1$	10
Repetición	$r - 1$	3
Error experimental	$(t-1)(r-1)$	30
Total	$[(t \cdot r) - 1]$	43

T = Tratamientos, r = Repeticiones.

### 3.8.1. Regresión lineal

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

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij} \quad \dots (2)$$

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:

$i = 1, 2, \dots, 11$  tratamientos.

$j = 1, 2, 3, 4$  repeticiones.

### 3.8.2. Variables en estudio

#### a. Variables dependientes

- Altura del plantón (cm), diámetro del tallo (mm), número de hojas, longitud radicular (cm), volumen de la raíz ( $\text{cm}^3$ ), peso fresco y seco de la planta (g), análisis físico y químico del sustrato, análisis especial de la planta, análisis del contenido de clorofila, análisis de respiración en el suelo, análisis de rentabilidad.

#### b. Variables independientes.

- Tres tipos de abono orgánico.
- Tres niveles de abono orgánico.
- Dos testigos (con fertilizante y sin abono orgánico: absoluto)

### 3.8.2. Características del campo experimental

Se utilizarán cuatro camas (repeticiones) del vivero agrícola de la Facultad de Agronomía, cuyas dimensiones son:

#### a. Dimensiones del área experimental

Largo	: 14,00 m
Ancho	: 1,45 m
Área total del experimento	: 33,00 m <sup>2</sup>
Número de camas	: 4
Distanciamiento entre camas	: 0,50 m
Total, de plántones de <i>C. arábica</i>	: 704

#### b. Dimensiones de la cama (repetición)

Largo	: 14,00 m
Ancho	: 0,50 m
Área total	: 7,00 m <sup>2</sup>
Número de parcelas (tratamientos)	: 11
Número de plántones de <i>C. arábica</i>	: 176
Plántones de <i>C. arábica</i> a evaluar	: 44

#### c. Parcela/tratamiento

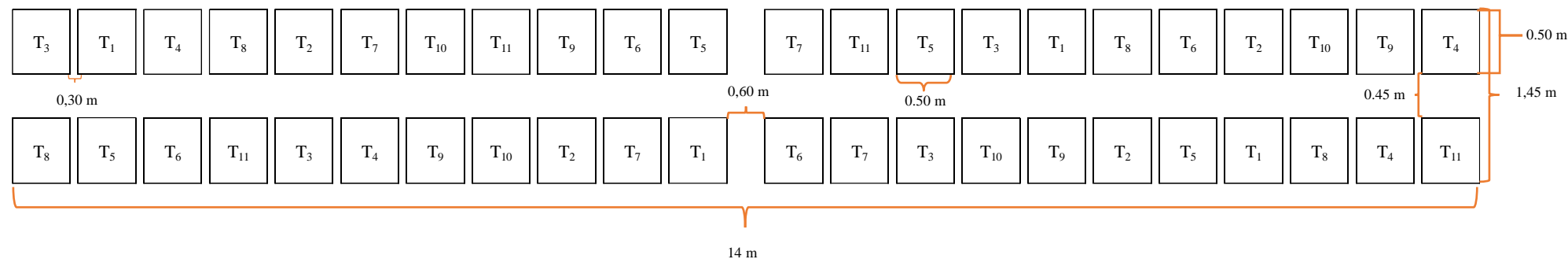
Largo	: 1,00 m
Ancho	: 1,00 m
Área total de una parcela	: 1,00 m <sup>2</sup>
Plántones de <i>C. arábica</i>	: 16
Plántones de <i>C. arábica</i> a evaluar	: 4

#### d. Medidas de bolsas almacigueras

Largo	: 30 cm
Ancho	: 21 cm
Espesor	: 12 μm

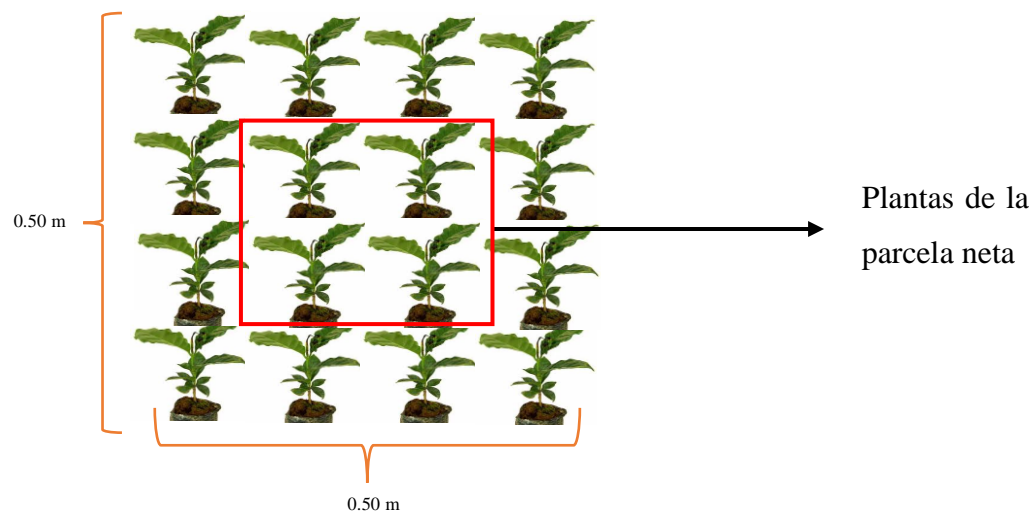
### 3.8.3. Distribución de los tratamientos.

Los tratamientos en estudios fueron distribuidos en una sola cama de vivero y se presenta de la siguiente manera.



**Figura 3.** Distribución de los tratamientos en el campo experimental.

Cada tratamiento estuvo compuesto por 16 bolsas con plántones en total, de estos fueron evaluados cuatro plántones desde el inicio hasta el final del experimento



**Figura 4.** Croquis de un tratamiento

### 3.9. Ejecución del experimento

#### 3.9.1. Siembra

##### a. Obtención de la semilla

Las semillas de *C. arábica* cultivar Obatá rojo fueron adquiridas de la Finca Aroma de Montaña SRL con registro: 001-2022-SENASA-DIAIA-DEPAS y cuyas semillas certificadas del cultivar Obatá, tuvieron el tratamiento preventivo con el objetivo de no tener problemas fitosanitarios. Se compró 1,00 kg de semilla para aproximadamente 2500 plántones de *Coffea arábica* cultivar Obatá rojo.



**Figura 5.** Semillas certificadas utilizadas en el trabajo de investigación.

##### b. Pregerminado

Se utilizó una cama germinadora de 1,00 x 2,00 m y se hizo germinar un aproximado de 1500 semillas de *C. arábica*. Como sustrato para germinar se usó arena de río más cascarilla de arroz al cual se le desinfectó con la mezcla del fungicida Ridomil (Metalaxyl + Mancozeb) e insecticida Oncol (Benfuracarb). Después de dos días se sembró las semillas en el sustrato en hileras y después se verificó la germinación (figura 6).





**Figura 6.** Procedimiento de pregerminado.

### 3.9.2. Obtención del suelo a utilizar

La tierra que se utilizó como parte del sustrato fue obtenida de la instalación del cafetal que pertenece a la facultad de Agronomía ubicado en el BRUNAS, al costado de la puerta de ingreso del zoológico de la UNAS, con la finalidad de imitar las acciones de los agricultores al extraer sustrato de las parcelas cercanas a donde se instalará el vivero de café.

Por ello antes de iniciar la investigación, mediante la metodología del análisis de suelos, se separó una muestra de (1,00 kg) del suelo y el cual fue llevado al laboratorio de análisis de suelo y ecotoxicología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su análisis físico y químico (Tabla 5).



**Figura 7.** Preparación y tamizado del suelo agrícola para los sustratos.

### 3.9.3. Preparación de los tratamientos.

Sustrato principal: La tierra agrícola extraída (10 cm de profundidad) fue utilizada para un total de 704 bolsas (cada bolsa 2 kg aproximado). Habiendo sido mullida, homogenizada y tamizada en un tamiz metálico con malla de 2 mm, y luego desinfectada con la mezcla del fungicida Ridomil (Metalaxyl + Mancozeb) e insecticida Oncol (Benfuracarb).

Preparación de los tratamientos: Finalizado la preparación del sustrato principal, este se separó en función a la cantidad de bolsas por cada tratamiento (64 bolsas) y se mezcló con 200 g, 400 g y 600 g de abono orgánico, finalmente se llenó las bolsas de almácigo.



**Figura 8.** Preparación de los sustratos.

### 3.9.4. Llenado del sustrato a las bolsas

Las bolsas negras con perforaciones usadas fueron de 30 cm Largo x 21 cm Ancho x 12 micras de espesor. Una vez obtenida la mezcla de los sustratos de cada tratamiento de 200 g, 400 g y 600 g de abono orgánico respectivamente (Tabla 7), se procedió al llenado manual de cada sustrato en las bolsas, las mismas que fueron según la distribución de los tratamientos en el campo experimental.



**Figura 9.** Mezcla del suelo agrícola y llenado de bolsas.

### 3.9.5. Preparación del vivero

Antes de la instalación de las bolsas en el vivero, con rastrillo y machete se hizo la limpieza de las camas y alrededor del área seleccionada dentro del vivero. Después con una palana se niveló y cuadró la superficie y luego se demarcó las camas (repeticiones) y las parcelas (tratamientos) distribuidos en cada cama (Figura 3). Cada parcela o espacio donde se puso las bolsas de cada tratamiento, fueron separados por listones de bambú. Con el objetivo de proteger los plántones; se puso malla Raschell alrededor de toda el área experimental utilizando pequeños postes de madera, alambres y clavos. Finalmente fueron colocados los tableros de identificación de los tratamientos en estudio (Tabla 7).



**Figura 10.** Demarcación de tratamientos, colocación de malla raschell, colocación de tableros de identificación.

#### c. Repique a las bolsas

Se seleccionaron plántulas con par de hojas cotiledonales y con la radícula recta (figura 11). Estas se llevaron para ser colocadas en cada bolsa y para ello, con una pequeña y delgada estaca se realizó un hueco en el sustrato de cada bolsa y finalmente, se

introdujo la plántula. El repique se hizo a todas las bolsas de cada tratamiento en estudio y después se le regó con agua.



**Figura 11.** Extracción de plántulas, selección de plántulas y repique de plántulas a bolsas de almacigo.

### 3.9.6. Manejo cultural de vivero

**a. El control de malezas:** Se realizó de forma manual cada quince días y según fue necesario, el método de control fue deshierbo manual.



**Figura 12.** Inspección y eliminación de malezas.

**b. Riego:** Esto se realizó frecuentemente teniendo en cuenta el requerimiento de agua de los plantones de *Coffea arábica*.



**Figura 13.** Riego de plántones de café.

**c. Control de plagas y enfermedades:** Se efectuó mediante la eliminación de malezas de forma manual periódicamente llevando a cabo evaluaciones visuales al área en estudio cada 15 días, como plagas se encontró principalmente caracol africano (*Achatina fulica*), ácaros y en algunas hojas se observaron daños causados por el gusano medidor como enfermedades se observó la presencia del mal de talluelo (*rizoctonia solani*) y en pocas hojas la enfermedad Mancha de hierro (*cercospora coffeicola*)



**Figura 14.** Inspección de la presencia de plagas y enfermedades.

### 3.10. Variables registradas.

#### 3.10.1. Determinación de la altura de la plántula

Con la ayuda de una regla se midió la altura de planta desde el del cuello hasta la altura de la yema terminal visible de *Coffea arábica* cultivar Obatá rojo, siempre

teniendo en consideración que el plantón se encuentre en una postura recta, las mediciones se realizaron a los 30, 60, 90, 120 y 150 días después del trasplante.



**Figura 15.** Medición de altura de la planta.

### 3.10.2. Determinación del diámetro del tallo

Con la ayuda de un vernier digital se midió el diámetro de tallo de la planta por debajo de la hoja cotiledonal a los 30, 60, 90, 120 y 150 días después del trasplante, para esta medición se tuvo que tener en cuenta la limpieza del área a medir ya que por efectos de las gotas de lluvia se llena de sustrato y esto puede arrojar mediciones inexactas.



**Figura 16.** Medición del diámetro de tallo.

### 3.10.3. Determinación de número de hojas por planta

Se contabilizó el número de hojas funcionales por plantón de *Coffea arabica*, a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 días después del repique.

### 3.10.4. Longitud radicular

A los 150 ddt con un metro se midió la longitud radicular por plantón, desde la inserción del tallo hasta la parte terminal de las raíces de cada plantón, este procedimiento se realizó quitando con cuidado el sustrato de las raíces con abundante agua y se tuvo cuidado en no cortar por accidente la raíz principal al momento de extraerlo.



**Figura 17.** Determinación de longitud radicular.

### 3.10.5. Volumen radicular

A los 150 ddt después de comenzar el experimento, se limpiaron las raíces con abundante agua para eliminar sustratos e impurezas, luego se llenó una probeta graduada con agua destilada a toda la raíz hasta la inserción del tallo. Al agregar toda la raíz de la planta a la probeta, el volumen de agua aumentó. Después, se extrajo la raíz y se calculó la cantidad de agua presente en la probeta. El volumen radicular de la planta de *Coffea arábica* cultivar Obatá rojo se procesa utilizando la siguiente fórmula:

:

$$VR = VIP - VFP$$

Donde:

VR = Volumen radicular del plantón de café.

VIP = Volumen inicial de la probeta.

VFP = Volumen final de la probeta.



**Figura 18.** Determinación de volumen radicular.

### 3.10.6. Determinación del área foliar.

Al terminar el experimento, se determinó el área foliar de los cuatro plantones evaluados durante el experimento mediante el uso del software ImageJ, para esto se procedió con sacar todas las hojas funcionales con cuidado y se colocó en una superficie plana de fondo blanco, luego se colocó encima de las hojas extraídas un vidrio transparente con la finalidad de dar una silueta lo más plana posible a las hojas, se colocó una regla que sirvió como una escala y se tomó la fotografía tratando de que esta fuera lo más recta y frontal posible para el procesamiento de la imagen en el software y poder determinar el área foliar.



**Figura 19.** Determinación del área foliar del plantón de café mediante el programa ImajeJ.

### 3.10.7. Determinación del peso fresco y peso seco.

Al final del experimento se tomó cuatro plantas por repetición y tratamiento; estas fueron pesadas individualmente para obtener el peso fresco o materia fresca, luego fueron cortadas en partes para ser trasladadas al laboratorio de Análisis de Semillas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, donde se colocaron en la estufa a

una temperatura de  $73 \pm 2$  °C por 48 horas; las muestras secas se pesaron en una balanza para determinar el peso seco.



**Figura 20.** Pesado del plantón fresco, secado de las muestras en la estufa y determinación del peso seco.

### 3.10.8. Determinación del contenido de clorofila

Para determinar el contenido de clorofila se utilizaron los medidores electrónicos de clorofila SPAD-502 y CLOROFILOG CFL-1030 las hojas medidas fueron tomada de la parte media del plantón. También se realizó las metodologías de extracción de pigmentos utilizando los solventes etanol al 90 % para el cual se cortó pequeños pedazos de hoja de la parte media tratando de que sea del mismo área de donde se tomó las mediciones de contenidos de clorofila con los medidores electrónicos, luego se añadió 10 ml de etanol al 90 % y se molió hasta lograr obtener un líquido de color verde, posteriormente se vertió el líquido en un tubo de plástico y se colocó en la centrifuga por un periodo de 5 minutos a 3000 rpm para separar el líquido de los restos vegetales y finalmente se separó el líquido obtenido en un tubo de ensayo de 10 ml para realizar la lectura en el espectrofotómetro uv-visible y determinar el contenido de clorofila en mg mediante fórmula, también se realizó la extracción de pigmentos con el solvente acetona al 80%, se tuvo en cuenta el mismo criterio de ubicación de la parte de la hoja a analizar siendo esta muestra extraída de la parte media de la hoja

pertenciente a la parte media de la planta y se añadió 10 ml de acetona y se molió hasta lograr obtener el líquido verde, se puso en tubo de centrifuga para separar el líquido de los restos vegetales por un periodo de 5 minutos a 3000 rpm, luego se colocó el líquido obtenido en un tubo de 10 ml y se llenó 8 ml para luego llevarlo al espectrofotómetro uv-visible para realizar la lectura y obtener el contenido de clorofila en mg mediante fórmula.



**Figura 21.** Mediciones de contenido de clorofila con los medidores electrónicos SPAD-502 y CLOROFILOG CFL-1030.



**Figura 22.** Determinación de clorofila con etanol al 90%.



**Figura 23.** Determinación de clorofila con acetona al 80 %.

### 3.10.9. Análisis de contenido de nutrientes de los plantones

Al final del experimento; se tomaron 50 g de hojas frescas y se secaron en estufa a 50 °C durante 24 horas, después se molieron evitando las nervaduras y así poder determinar su contenido nutricional de cada tratamiento y se hizo el análisis foliar respectivo para determinar el contenido nutricional de las hojas de cada tratamiento en estudio. Este análisis se realizó en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Ecotoxicología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

### 3.10.10. Análisis de suelo al final del experimento

Se hizo el análisis de suelo por cada tratamiento y repetición para determinar sus características físicas y químicas, se utilizó la metodología establecidas en el manual de análisis del laboratorio de Análisis de Suelo y Eco toxicología de la UNAS que se detalla a continuación:



**Figura 24.** Pesado de sustrato para análisis de caracterización.

### 1) Determinación de la clase textural método de Bouyoucos.

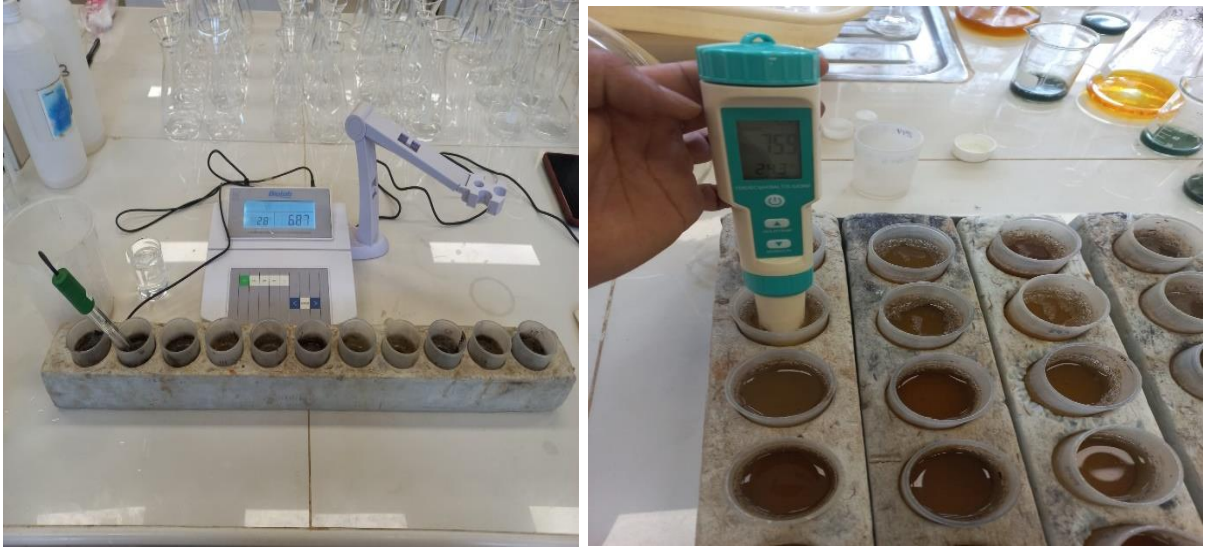
Se pesó 50 gramos de muestra de suelo y se transfirió a un vaso de precipitado de 250 mililitros. Luego se agregaron 15 mililitros de solución de hexametáfosfato de sodio al 10% y se agregó agua destilada hasta llenar la mitad del vaso. Después de agitar por 5 minutos, se vertió el contenido a una probeta de 1000 mililitros con la ayuda de una piceta, luego se mezcló la probeta con agua destilada hasta alcanzar los 1000 ml y se agitó fuertemente con una varilla agitadora. Después de agitar, se sumergió el hidrómetro en la solución y se registró la lectura durante 40 segundos. Se dejaron reposar por dos horas y se repitieron las lecturas con ambos instrumentos.



**Figura 25.** Determinación de la clase textural de cada tratamiento y repetición por el método de Bouyoucos.

### 2) Determinación del pH y conductividad eléctrica relación agua suelo 1:2.

Se inició calibrando el pH-metro con las soluciones buffer de calibración de pH 4,01, pH de 7,00 y pH de 1,01, luego se pesó 20 g de suelo y se añadió 40 ml de agua destilada, estos se colocaron en el rack B-11 y se llevó al agitador durante 10 minutos, luego se dejó reposar 5 minutos y se tomó la lectura del ph, inmediatamente se tapó los frascos y se dejó reposar por un periodo de 24 horas y se realizó la lectura de la conductividad eléctrica en el sobrenadante de las muestra.



**Figura 26.** Determinación del pH y conductividad eléctrica de las muestras de suelo.

### 3) Determinación de carbono orgánico método de walkley y black.

Se pesó 0,50 g de suelo y se colocó en un Erlenmeyer. Luego, se utilizó un dispensador para agregar 10 ml de solución de dicromato de potasio y se agitaron manualmente, después se añadieron 10 ml de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) y se agitaron por un minuto. Después, se dejó reposar por 30 minutos, luego se mezcló con 100 ml de agua destilada y se dejó reposar por 2 horas. El cambio de un verde oscuro a un verde brillante es un signo de que la titulación ha llegado a su fin., se anotó el gasto de la solución de sal de morh.



**Figura 27.** Determinación del contenido de materia orgánica.

### 4) Determinación del nitrógeno total método de kjeldhal.

1 g de suelo (TFSA) y 1 g de muestra catalizadora se colocaron en un balón de micro kjeldhal, se agregaron 3 ml de ácido sulfúrico concentrado y se calentaron en un digestor hasta que el color de la solución se volvió claro. Después de dejar enfriar, se agregaron 15 ml de agua destilada y 3 gotas de fenolftaleína y se llevaron a la unidad de destilación. Después, se agregó NaOH hasta que la solución se volvió rojo claro (un indicador de neutralización de la acidez). Después, se inició la destilación por 3 a 5 minutos y se tituló con  $H_2SO_4$ .



**Figura 28.** Determinación de nitrógeno del suelo.

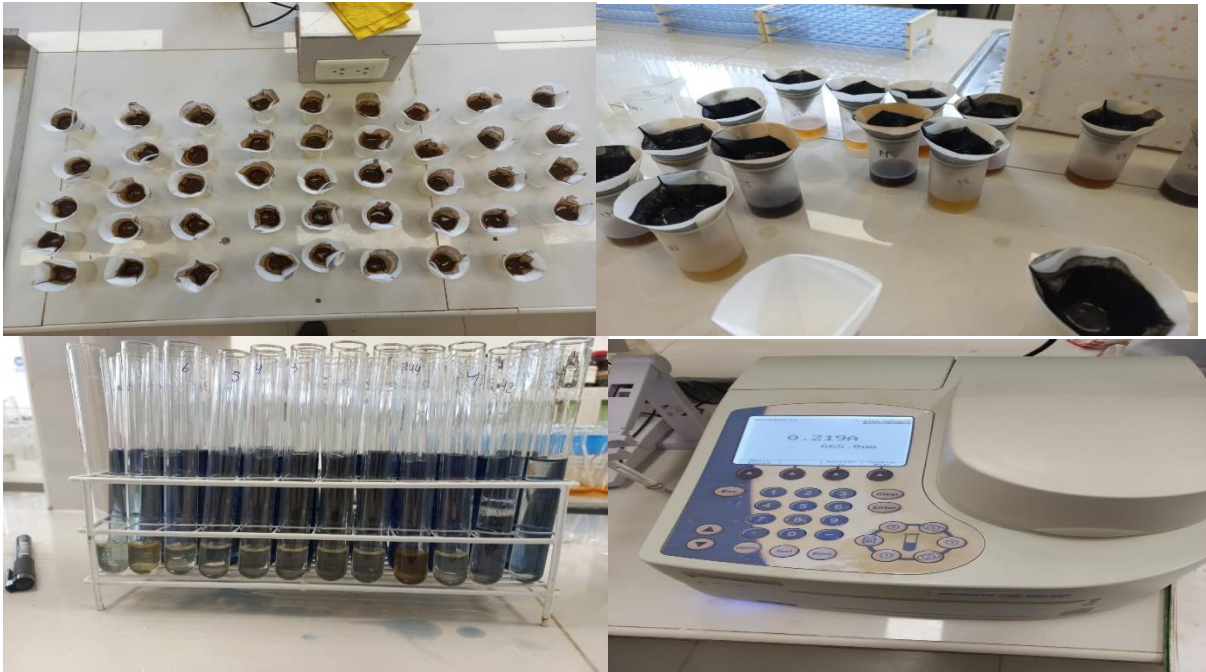
### 5) Determinación del fósforo disponible por el método de Olsen modificado.

#### – Fase de extracción.

se utilizó 2 gramos de suelo más 1 cucharada de carbón activado. Después, se agregaron 20 mililitros de bicarbonato de sodio 0,5 M con un pH de 8,5 y se agitaron en un agitador por 30 minutos. Finalmente, se filtró hasta obtener el extracto de suelo.

#### – Fase de dosaje.

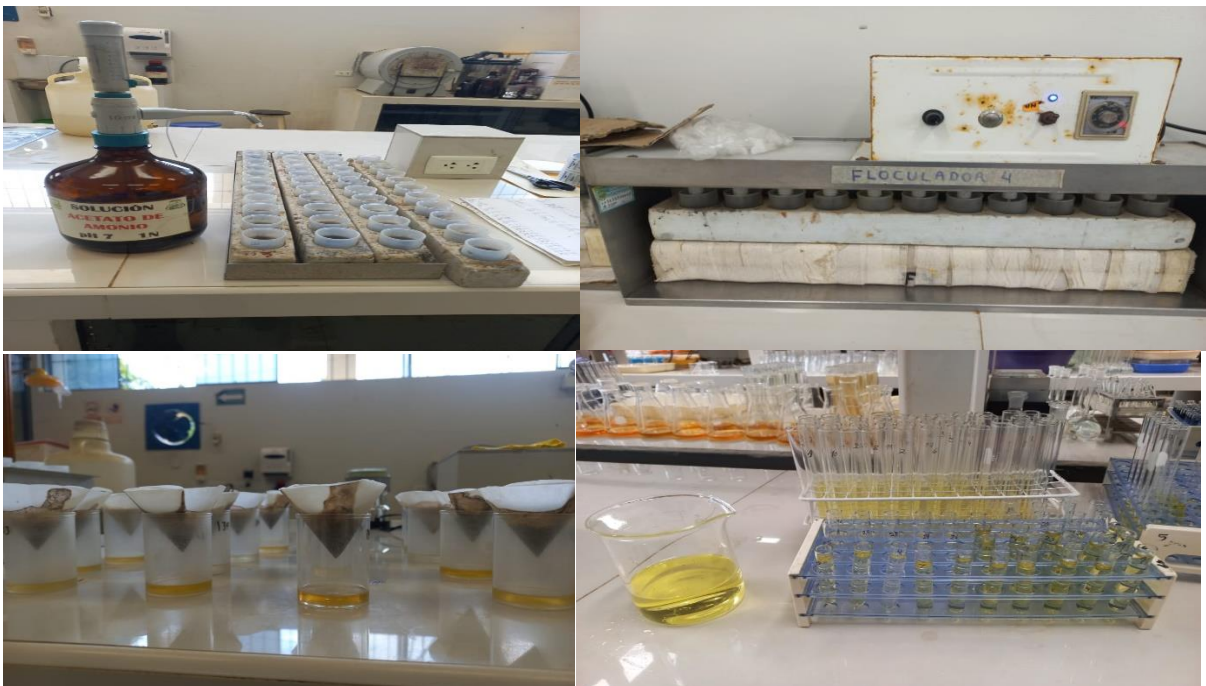
Primero se creó la curva patrón, luego se agregaron 3 ml de soluciones estándar de 0, 1, 2, 3 ppm a cuatro tubos de prueba y se agregaron 10 ml de solución molibdato de amonio más reductor a cada tubo. Después de esto, se preparó el extracto de lectura. Se agregaron tres mililitros de extracto de suelo a un tubo de ensayo y se agregaron diez mililitros de solución reductora de molibdato de amonio. Se dejó reposar por 15 minutos y luego se tomó una lectura con un espectrofotómetro ultravioleta visible a 660 nm.



**Figura 29.** Determinación del contenido de fósforo.

**6) Determinación de potasio disponible por el método de saturación con acetato de amonio 1 N pH 7.**

Se pesó 2 gramos de suelo en un vaso de plástico y se agregaron 10 mililitros de acetato de amonio 1 N a un pH de 7. Después, se agitaron por 15 minutos. Se filtró hasta obtener el extracto, se hicieron diluciones de 1/100 y luego se tomó una lectura en un espectrofotómetro de absorción atómica.



**Figura 30.** Determinación de Potasio disponible.

### **7) Determinación de la CIC por el método del acetato de amonio 1 N a pH7.**

Se pesó 2 gramos de suelo y se colocó en papel filtro en un embudo. Luego, se añadió agua destilada al ras del embudo con una piceta y se dejó filtrar para eliminar los iones solubles. Después, se agregaron 40 mililitros de acetato de amonio y se filtraron en una fiola de 100 mililitros. El líquido filtrado en la fiola se enrazó 100 ml de acetato de amonio. Esta solución también se utilizó para la determinación de Ca, Mg, Na y K mediante los métodos de ML-007 (Ca y Mg) y ML-009 (K). Luego se lavó la muestra usando alcohol etílico para eliminar el exceso de acetato de amonio hasta que el reactivo de Nessler se mostró negativo (amarillo pálido) y se descartó la solución lavada. Después, se agregaron 20 ml de solución de cloruro de sodio en etapas cinco de 4 ml cada una en un Erlenmeyer, al filtrado del Erlenmeyer se agregaron 10 ml de formaldehído y se agitaron. Luego se añadieron de 2 a 4 gotas de fenolftaleína y se tituló con hidróxido de sodio hasta que el color cambie a un leve rojo grosella.

### **8) Determinación de bases cambiables, determinación en el extracto de amonio.**

– Fase de extracción.

2 gramos de suelo se pesaron y se transfirió a un cartucho de papel filtro en un embudo. Luego, se agregaron 40 mililitros de agua destilada para cubrir la muestra en el papel filtro y eliminar los iones solubles y descartar el filtrado. Después, se agregaron 40 mililitros de acetato de amonio 1 N a un pH de 7. Finalmente, se pasó la solución a un matraz de 125 mililitros.

– Fase de dilución.

Se realizaron diluciones de 1:100 con óxido de lantano 0,5 N para medir Ca y Mg, y luego se realizó la lectura en EEA. Las diluciones 1:10 de Na y K se realizaron con agua destilada y luego se efectuaron las lecturas en el EEA.

#### **3.10.11. Respiración en el suelo.**

Para la prueba de respiración en el suelo se separó 100 gramos de suelo de cada tratamiento y de cada repetición, luego se colocó dentro de un envase, posteriormente se humedeció con agua destilada la muestra de suelo y puso un vaso pequeño con 10ml de NaOH y se dejó reposar por 3, 7, 14, 21 y 35 días por cada lectura en los días establecidos se añadió 10 ml de BaCl a la solución de NaOH y se añadió 3 gotas del indicador de

fenolftaleína, luego se tituló con HCl hasta que el color rosa cambie a traslucido, se tomó apunte de la titulación para hallar la cantidad de mg de CO<sub>2</sub> en cada día de titulación.



**Figura 31.** Determinación de respiración en el suelo.

### 3.10.12. Análisis de rentabilidad.

Para comparar el tratamiento con la mayor rentabilidad, se creó una relación entre el beneficio/costo y el índice de rentabilidad utilizando parámetros económicos como el 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

El ingreso bruto se llevó a cabo en función a la venta en soles obtenida por los plantones de café, el costo de producción, es el costo en soles que consistió en todo el gasto realizado desde la obtención de tierra, compra de semilla, etc. El análisis será en base para la venta de plantas de *C. arábica* cultivar Obatá rojo utilizado para la siembra de 1.00 ha.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Análisis inicial y final de suelo al final del experimento

Al observar en los resultados en el análisis inicial y final del suelo obtenidos de los tratamientos en estudio (Tabla 10), inicialmente el pH al inicio estuvo con un valor de 7,15 y al final del experimento se obtuvo un valor mínimo de 7,90 con el T<sub>2</sub> y pH más alto con un valor de 7,85 con el T<sub>11</sub>, se pudo concluir que los valores de pH se incrementan en relación al mayor nivel de abono orgánico aplicado, es sabido sobre el efecto que genera la integración de abono orgánico al liberar nutrientes al suelo mediante el proceso de mineralización, como el calcio, fósforo y potasio y otros nutrientes, se realizaron 44 análisis de suelo al final del experimento correspondientes a las 44 unidades experimentales, estos análisis no significaron costos elevados debido a que fueron realizados por el investigador en el laboratorio de análisis de suelo y ecotoxicología de la UNAS siguiendo la metodología del manual del laboratorio.

En cuanto al contenido de M.O comparando con el valor inicial de 2,58 % se puede notar un aumento relacionado al incremento de las dosis de M.O usado en los tratamientos, en tal sentido tenemos que para el mayor nivel de lombricompost T<sub>3</sub> la M.O es de 6,98 %, para el mayor nivel de abono orgánico BioPalma (T<sub>6</sub>) la M.O es de 6,67 % , para el mayor nivel de abono orgánico Municipal (T<sub>11</sub>) la M.O es de 7,89 % Sabido es que contenido debajo del 2 % de M.O, elevan los niveles de ácidos en el suelo, esto puede deberse a que hay una menor actividad microbiana lo cual afecta la mineralización de la materia orgánica y la liberación de nutrientes, así lo señala (Cruz et. al 2021). Además, el calcio elimina el hidrógeno y el aluminio de los sitios de intercambio, aportando y liberando los nutrientes retenidos en el suelo, lo señala (Basak y Biswas, 2016) y (rosas et al., 2017).

Por otro lado, se observa un notable aumento en los niveles de nutrientes con respecto a los valores iniciales después de la aplicación de abonos orgánicos. Este incremento es proporcional a las cantidades de abonos aplicadas, como se evidencia en los siguientes resultados para diversos nutrientes. Inicialmente, el contenido de nitrógeno (N) era de 0,13%. Al finalizar el estudio, para el tratamiento T<sub>3</sub> se alcanzó un 0,35%, para el T<sub>6</sub> un 0,33%, y para el T<sub>11</sub> un 0,39% de nitrógeno. De manera similar, el contenido inicial de carbono (C) fue de 1,49%, incrementándose al 4,05% para el T<sub>3</sub>, al 3,870% para el T<sub>6</sub>, y al 4,58% para el T<sub>11</sub>. Respecto al fósforo disponible (P), los valores iniciales eran de 54,75 ppm, aumentando a 131,53 ppm para el T<sub>3</sub>, 99,26 ppm para el T<sub>6</sub>, y 81,96 ppm para el T<sub>11</sub>. Para el potasio disponible (K), con una concentración inicial de 145,94 ppm, se observó un aumento proporcional al incremento en la aplicación de abono orgánico. Así, para el T<sub>3</sub> se registró un

valor de 368,25 ppm, para el T<sub>6</sub> de 497,43 ppm, y para el T<sub>11</sub> de 521,50 ppm. Este patrón se repite en los demás nutrientes, indicando que mayores cantidades de abono orgánico se traducen en mayores contenidos de nutrientes, como se detalla en el análisis de suelo (Tabla 10).

Otro parámetro importante en el estudio del suelo es la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), está estrechamente relacionada con la acumulación de cationes por lo tanto a mayor CIC mayor acumulación de cationes y por ende mayor cantidad de nutrientes disponibles en la solución suelo, en nuestro trabajo realizado podemos ver que la CIC inicial es de 5,83 cmol (+)/kg valor que aumentó en relación al nivel de abono orgánico aplicado al tratamiento, por lo tanto tenemos que para el T<sub>3</sub> la CIC es de 20,46 cmol (+)/kg, para el T<sub>6</sub> la CIC fue de 22,24 cmol (+)/kg y para el T<sub>11</sub> la CIC fue de 16,18 cmol (+)/kg. El uso de componentes orgánicos en el El suelo puede mejorar las propiedades físicas y biológicas, aumentar la actividad microbiológica, reducir la capacidad de retención de fósforo y aumentar la capacidad de intercambio catiónico y por consiguiente incrementan la fertilidad del suelo, lo señala (Rivera et al., 2016).

Así mismo la mejora y el incremento de las propiedades biológicas, físicas y químicas están relacionadas a los niveles de abono orgánico aplicado al sustrato ya que se obtuvo que para los parámetros como M.O, pH, contenido de macro y micronutrientes y la CIC se incrementaron a mayores niveles de abono orgánico utilizado, sin embargo esto resultó contraproducente en los parámetro biométricos medidos en los plantones ya que estos altos contenidos nutricionales tuvieron implicancia en el desarrollo fisiológico normal del café, como por ejemplo en la raíz, diámetro de tallo altura y otro.

Chilon y chilon (2015) mencionan que Las plantas asimilan gradualmente el abono orgánico, rico en nutrientes, vitaminas, hormonas y sustancias mucilaginosas, asegurando buenas cosechas y mejorando las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Por otro lado al realizar la prueba de ANVA (Tabla 9) se obtuvo que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamiento para ninguno de los parámetros de análisis de caracterización de suelo, el C.V. es de 0,00 esto señala que los datos hallados de los tratamientos en estudio para todos los parámetros son todos homogéneos, así mismo el coeficiente de variación indicó un valor de cero para los parámetros de todos los tratamientos lo que indica una alta dependencia de la variable estudiaba sometida al tratamiento en estudio, por lo tanto con los resultados encontrados en el ANVA se puede obviar la necesidad de realizar una prueba de comparación de medias.

**Tabla 9.** Análisis de varianza del análisis físico químico del suelo antes y después de culminar el experimento.

Fuente de Variación	GL	pH		CEdS/M		M.O %		N (%)		C (%)		P (ppm)		K (ppm)		CIC		Ca		Mg		K		Na	
		CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor
Tratamiento	44	0,08	sd	0,09	sd	2,39	sd	0,01	sd	0,80	sd	586,45	sd	15883,53	sd	19,82	sd	11,55	sd	0,57	sd	0,24	sd	0,03	sd
Error	0	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
Total	44																								
C.V.		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
R <sup>2</sup>		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00	

**Tabla 10.** Análisis físico químico del suelo antes y después del experimento.

Trat.	Clase Textural	pH	CE dS/m	M.O.	N	C	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg							
										1	1	%	%	Ca	Mg	K	Na
Inicial	Franco Arcillo Arenoso	7,15	0,70	2,58	0,13	1,50	54,75	145,94	5,83	4,71	0,67	0,35	0,10				
FINAL DEL EXPERIMENTO	T <sub>1</sub>	Franco Arenoso	7,09	0,92	4,92	0,25	2,85	92,83	330,33	17,55	14,85	1,79	0,15				
	T <sub>2</sub>	Franco Arenoso	7,09	0,93	6,11	0,31	3,54	103,19	368,25	20,46	17,71	2,69	0,15				
	T <sub>3</sub>	Franco Arenoso	7,10	1,31	6,98	0,35	4,05	131,53	447,13	22,79	17,35	3,46	0,30				
	T <sub>4</sub>	Franco Arenoso	7,36	0,66	4,69	0,23	2,72	88,47	387,47	17,75	14,81	1,95	0,11				
	T <sub>5</sub>	Franco Arenoso	7,41	0,79	5,86	0,29	3,40	99,37	480,56	21,13	16,84	2,44	0,15				
	T <sub>6</sub>	Franco Arenoso	7,39	0,84	6,67	0,33	3,87	99,26	497,43	22,24	17,53	2,74	0,21				
	T <sub>7</sub>	Franco Arenoso	7,42	0,39	2,68	0,13	1,56	38,67	113,14	9,89	8,61	1,01	0,08				
	T <sub>8</sub>	Franco Arenoso	7,39	0,66	3,46	0,17	2,01	63,64	357,27	12,02	9,90	1,14	0,87	0,10			
	T <sub>9</sub>	Franco Arenoso	7,45	0,67	4,84	0,24	2,81	61,68	383,18	12,89	10,48	1,40	0,86	0,14			
	T <sub>10</sub>	Franco Arenoso	7,61	0,80	5,89	0,29	3,41	76,54	487,48	15,65	12,48	1,78	1,09	0,30			
	T <sub>11</sub>	Franco Arenoso	7,85	1,18	7,89	0,39	4,58	81,96	521,50	16,18	11,64	2,28	1,57	0,69			

Leyenda:

Inicial = Análisis de suelo previo a la instalación.

T<sub>1</sub>: 20 % lombricompost

T<sub>2</sub>: 40 % lombricompost

T<sub>3</sub>: 60 % lombricompost

T<sub>4</sub>: 20 % abono orgánico BioPalma

T<sub>5</sub>: 40 % abono orgánico BioPalma

T<sub>6</sub>: 60 % abono orgánico BioPalma

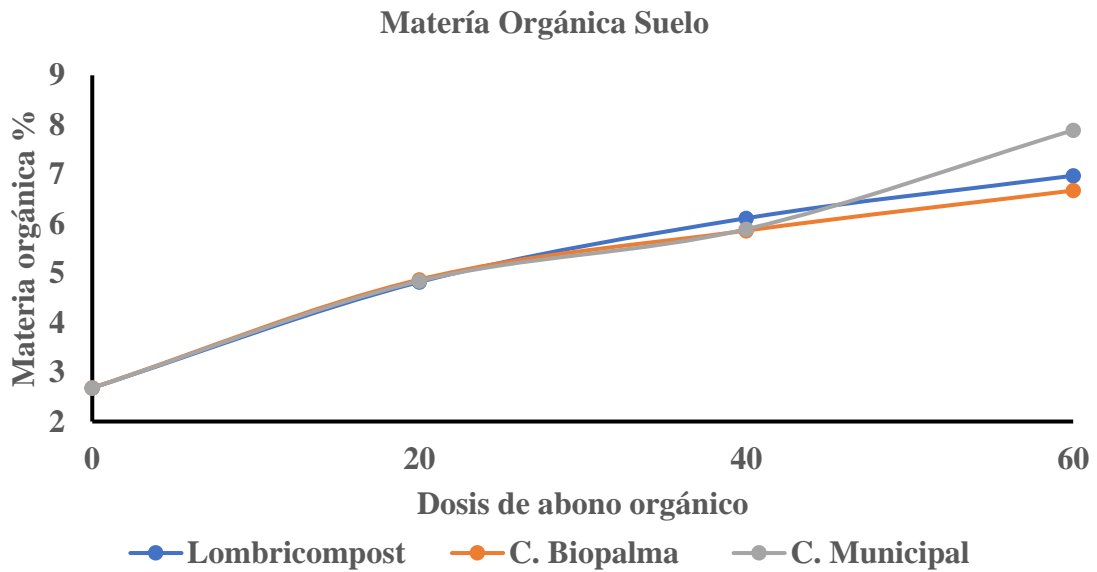
T<sub>7</sub>: Testigo

T<sub>8</sub>: Testigo + NPK

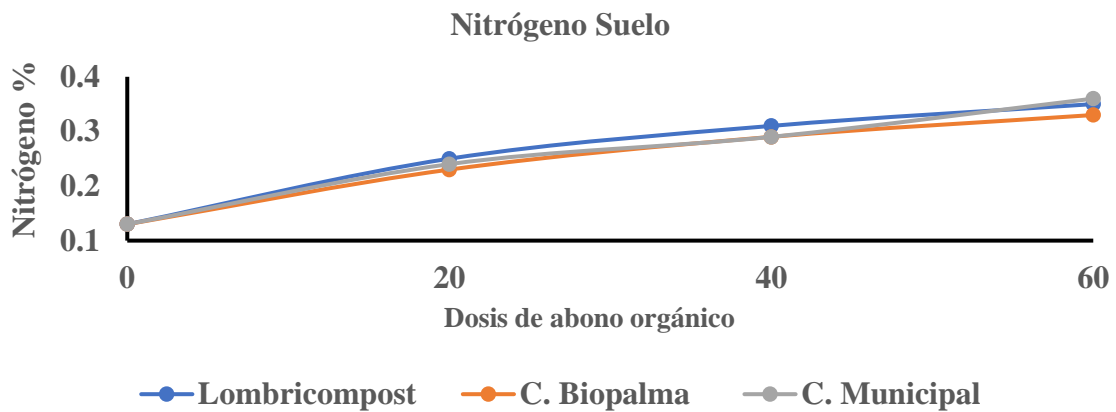
T<sub>9</sub>: 20 % abono orgánico Municipal

T<sub>10</sub>: 40 % abono orgánico Municipal

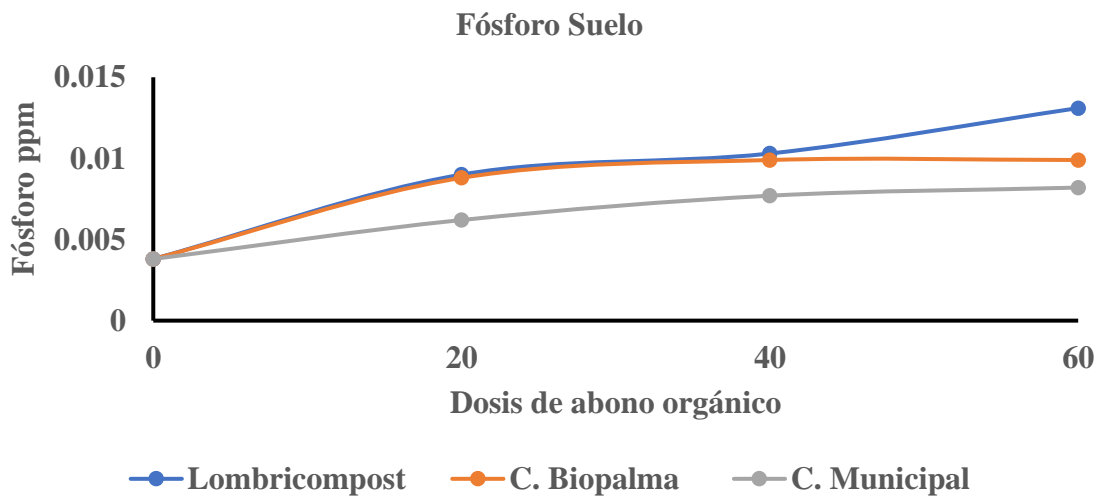
T<sub>11</sub>: 60 % abono orgánico Municipal



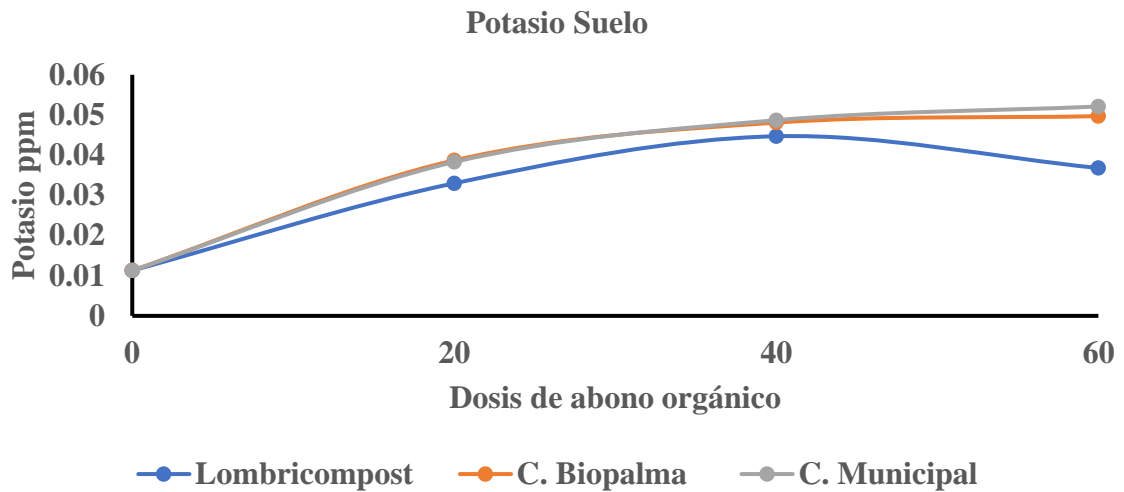
**Figura 32.** Materia orgánica en el suelo por nivel de abono orgánico.



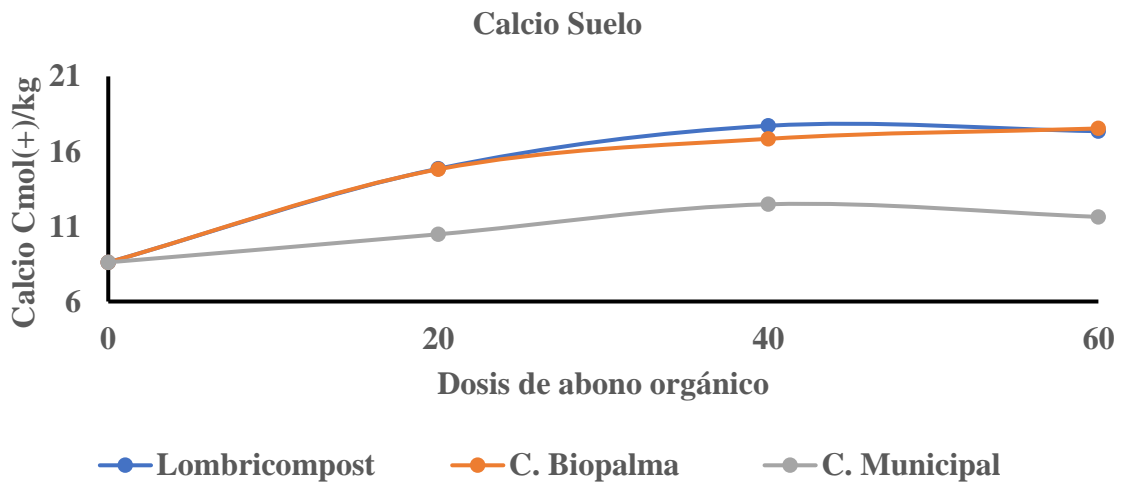
**Figura 33.** Nitrógeno en el suelo por nivel de abono orgánico.



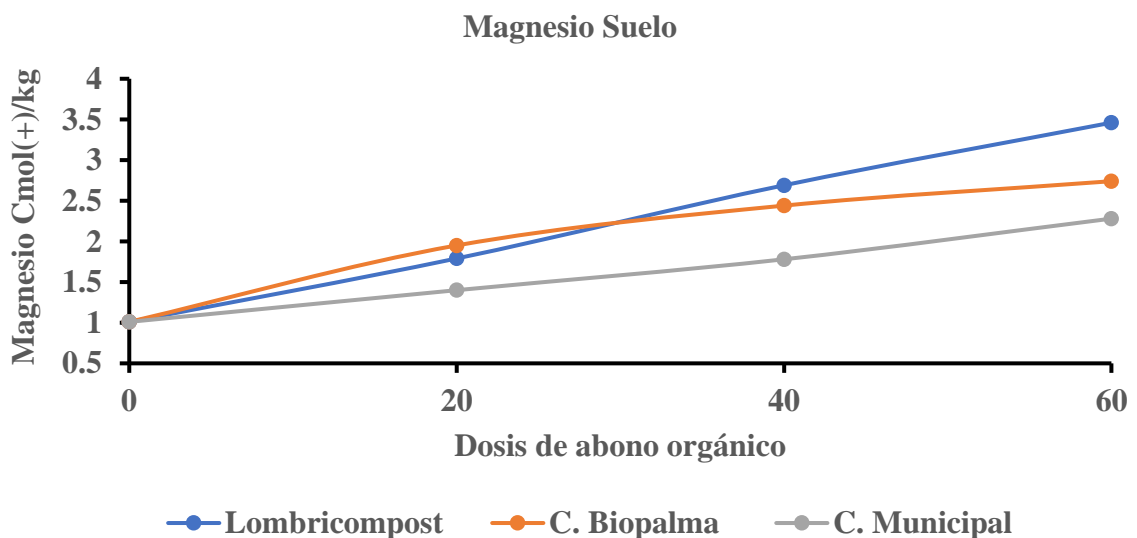
**Figura 34.** Fósforo en el suelo por nivel de abono orgánico.



**Figura 35.** Potasio en el suelo por nivel de abono orgánico.



**Figura 36.** Calcio en el suelo por nivel de abono orgánico.



**Figura 37.** Magnesio en el suelo por nivel de abono orgánico.

#### **4.2. Análisis especial foliar de los tratamientos en estudio.**

Al realizar el estudio de ANVA los datos obtenidos de análisis foliar encontramos que No hay evidencia estadísticamente significativa de que los tratamientos en estudio sean diferentes, para todos los parámetros. Por lo tanto, se puede afirmar que todos los tratamientos son iguales.

Sin embargo, aunque no existe una diferencia estadística significativa, se puede apreciar diferencias numéricas entre algunos tratamientos para varios parámetros analizados, por lo que podemos mencionar sus valores mínimos y máximos. De esta manera tenemos que para el nitrógeno el tratamiento más alto fue el T<sub>3</sub> con 1,34 % y el menor fue el T<sub>7</sub> con 0,67%, esto se debe a que el T<sub>3</sub> está compuesto por lombricompost y estas excretas contienen buena cantidad de nitrógeno y los tratamientos T<sub>7</sub> con contó con aplicación de abono orgánico alguno. Asimismo, el fósforo presenta valores numéricos mayores con el T<sub>10</sub> con 2,34 % y el menor valor con el T<sub>7</sub> con 1,05 %, para el potasio las diferencias numéricas son bastante pequeñas entre sí, de esta manera tenemos que el mayor resultó ser el T<sub>5</sub> con 0,99 % y el menor valor lo presenta el T<sub>7</sub> con 0,79 %, en el porcentaje de calcio en el análisis se determinó que el mayor porcentaje lo obtuvo el T<sub>11</sub> con 3,38 % y el menor valor lo obtuvo el T<sub>7</sub> con 1,78 %, el magnesio muestra que hay un mayor contenido en el T<sub>3</sub> con 0,90 % y menor contenido con el T<sub>7</sub> con 0,48 % esto debido a que este tratamiento no recibió ningún nivel de abono orgánico y tampoco fertilización, el contenido de sodio se muestra mayoritariamente en el T<sub>3</sub> con 0,22 % y en menor cantidad en el T<sub>7</sub> con 0,09 %, el manganeso mostro un valor más alto con el T<sub>3</sub> con 390,86 ppm y con menor contenido el T<sub>7</sub> con 59,76 ppm, para el zinc el mayor valor lo obtuvo el T<sub>10</sub> con 58,18 ppm, y con menor contenido el T<sub>7</sub> con 34,36 ppm, para el hierro la dosis de abono orgánico con mayor contenido fue el T<sub>3</sub> con 313,48 ppm y con menor contenido el T<sub>7</sub> con 55,80, asimismo para el contenido de cobre el tratamiento de más contenido fue el T<sub>3</sub> con 63,20 ppm y el de menor nivel fue el T<sub>7</sub> con 19,05 ppm.

Para efectos del trabajo de investigación se realizaron un total de 44 análisis foliares como se muestra en la (figura 83 y 84) correspondientes a todas las unidades experimentales de la parcela experimental, se realizaron en el laboratorio de análisis de suelo y ecotoxicología de la UNAS con la finalidad de tener los promedios más exactos, estos análisis fueron realizados íntegramente por el tesista disminuyendo el alto costo que conlleva realizar estos análisis.

**Tabla 11.** Prueba de ANVA del análisis foliar.

Fuente de Variación	GL	M.O seca %		M.O húmeda %		N (%)		P (%)		Ca (%)		Mg (%)		Na (%)		K (%)		Mn (ppm)		Zn (ppm)		Fe (ppm)		Cu (ppm)	
		CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor
Tratamiento	10	3,44	sd	15,08	sd	0,03	sd	0,20	sd	0,21	sd	0,02	sd	1,6E-03	sd	0,01	sd	12780.02	sd	51,28	sd	5248,41	sd	139,82	sd
Error	0	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
Total	10																								
C.V.		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
R <sup>2</sup>		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00	

**Tabla 12.** Análisis especial foliar después del experimento.

Trat	Humedad Hd (%)	Materia Seca (%)	Materia Organica Seca (%)	Cenizas (%)	Materia Organica Humeda (%)	Cenizas (%)	N (%)	P (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)
T <sub>1</sub>	72.68	27.32	17.29	10.03	63.24	36.76	1.03	1.31	2.52	0.75	0.17	0.94	358.98	34.77	182.66	36.42
T <sub>2</sub>	68.18	31.82	21.09	10.73	65.81	34.19	1.14	1.98	2.63	0.84	0.18	0.95	372.57	37.84	200.17	46.06
T <sub>3</sub>	72.64	27.36	16.46	10.90	58.95	41.05	1.34	2.18	2.85	0.90	0.22	0.97	390.86	46.36	313.48	63.20
T <sub>4</sub>	70.10	29.90	18.89	11.01	63.23	36.77	0.77	1.12	2.14	0.51	0.11	0.84	193.15	39.65	108.54	26.80
T <sub>5</sub>	67.31	32.69	22.04	10.64	67.23	32.77	0.88	1.26	2.44	0.54	0.12	0.99	285.72	44.99	126.19	33.95
T <sub>6</sub>	70.38	29.62	18.15	11.47	61.11	38.89	0.97	1.45	2.39	0.52	0.11	0.92	193.56	40.42	110.76	28.57
T <sub>7</sub>	70.53	29.47	20.58	8.89	69.76	30.24	0.67	1.05	1.78	0.48	0.10	0.78	59.78	34.36	55.80	19.05
T <sub>8</sub>	72.62	27.38	16.89	10.50	61.55	38.45	1.02	1.27	2.26	0.53	0.10	0.80	190.72	34.71	101.07	34.71
T <sub>9</sub>	69.65	30.35	21.07	9.28	69.47	30.53	0.89	1.74	2.87	0.51	0.12	0.86	83.29	45.64	76.50	27.94
T <sub>10</sub>	71.27	28.73	18.26	10.47	63.41	36.59	1.09	2.34	3.09	0.78	0.13	0.84	185.87	58.18	94.29	37.85
T <sub>11</sub>	71.60	28.40	16.48	11.91	57.98	42.02	0.88	1.95	3.38	0.52	0.15	0.92	155.79	46.58	153.55	43.46

Leyenda:

T<sub>1</sub>: 20 % lombricompost

T<sub>2</sub>: 40 % lombricompost

T<sub>3</sub>: 60 % lombricompost

T<sub>4</sub>: 20 % abono orgánico BioPalma

T<sub>5</sub>: 40 % abono orgánico BioPalma

T<sub>6</sub>: 60 % abono orgánico BioPalma

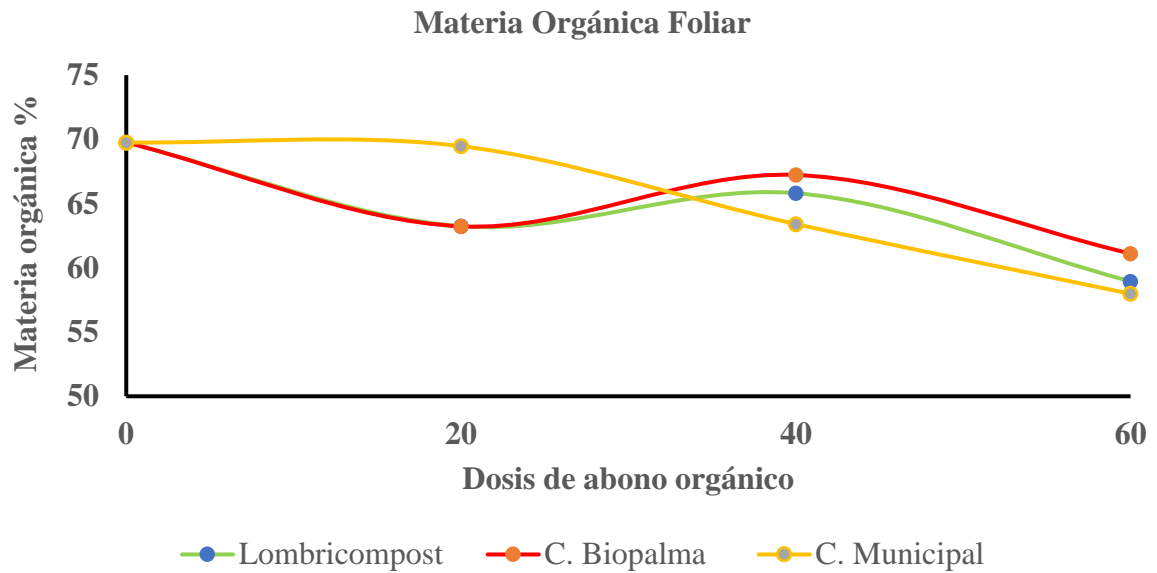
T<sub>7</sub>: Testigo

T<sub>8</sub>: Testigo + NPK

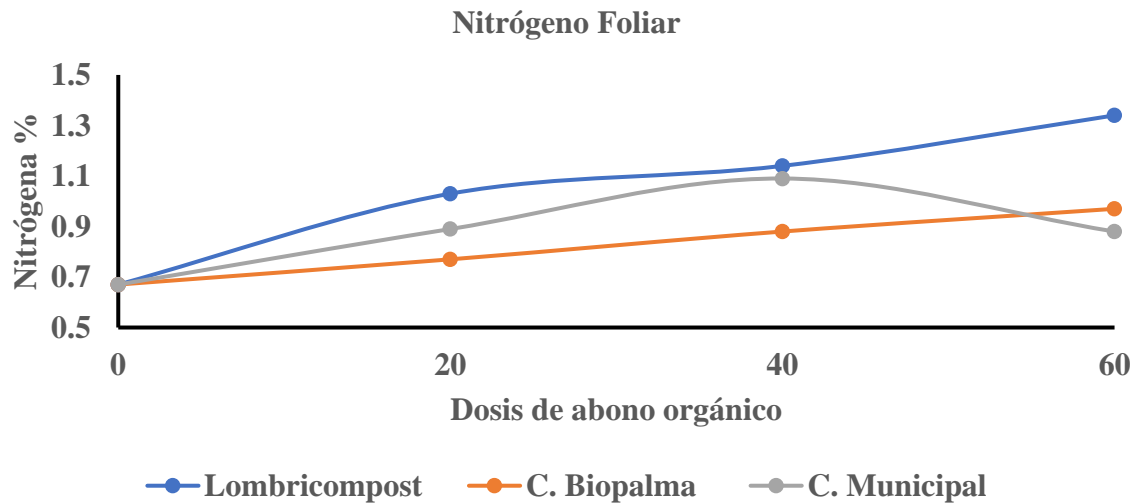
T<sub>9</sub>: 20 % abono orgánico Municipal

T<sub>10</sub>: 40 % abono orgánico Municipal

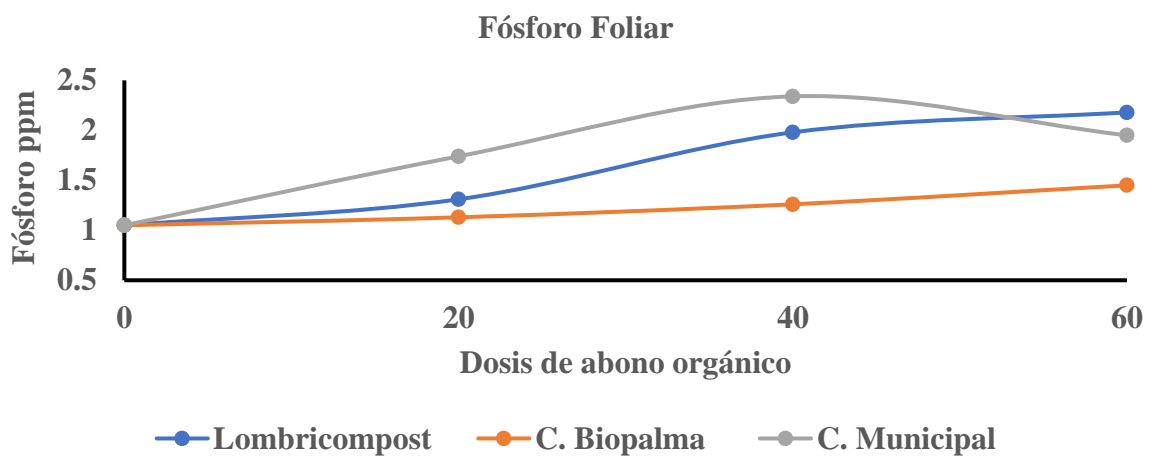
T<sub>11</sub>: 60 % abono orgánico Municipal



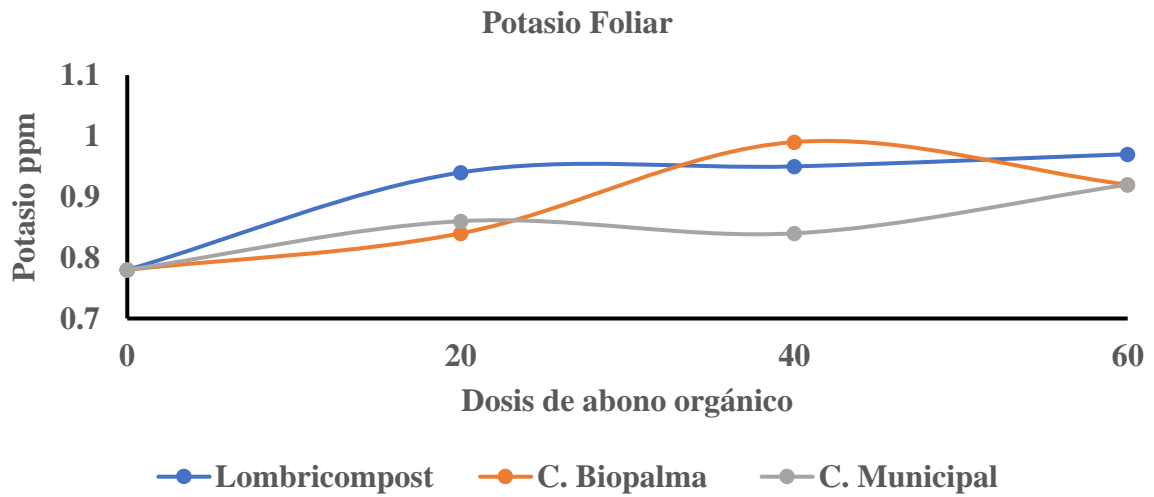
**Figura 38.** Materia orgánica foliar por nivel de abono orgánico.



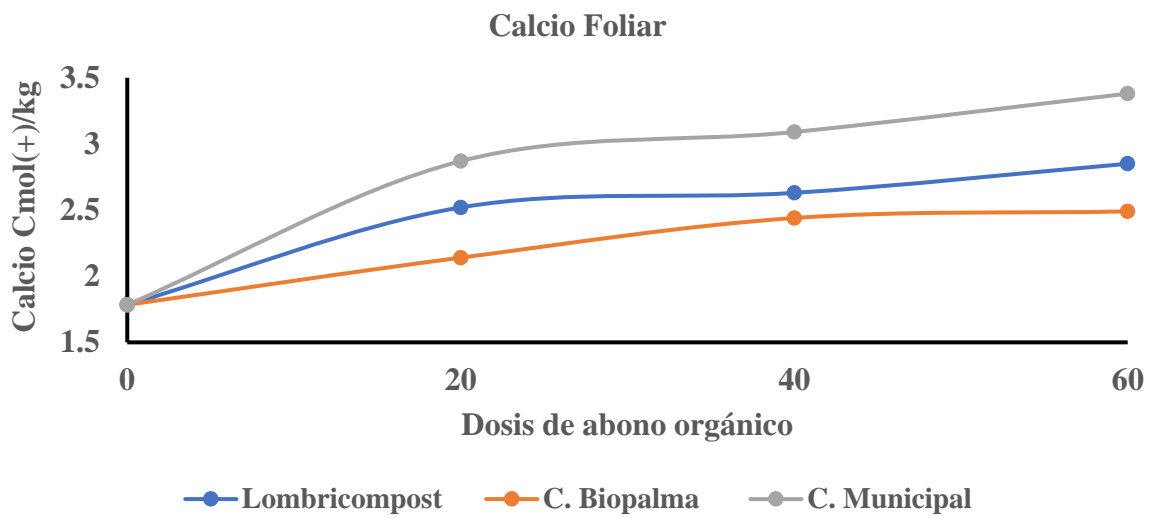
**Figura 39.** Nitrógeno foliar por nivel de abono orgánico.



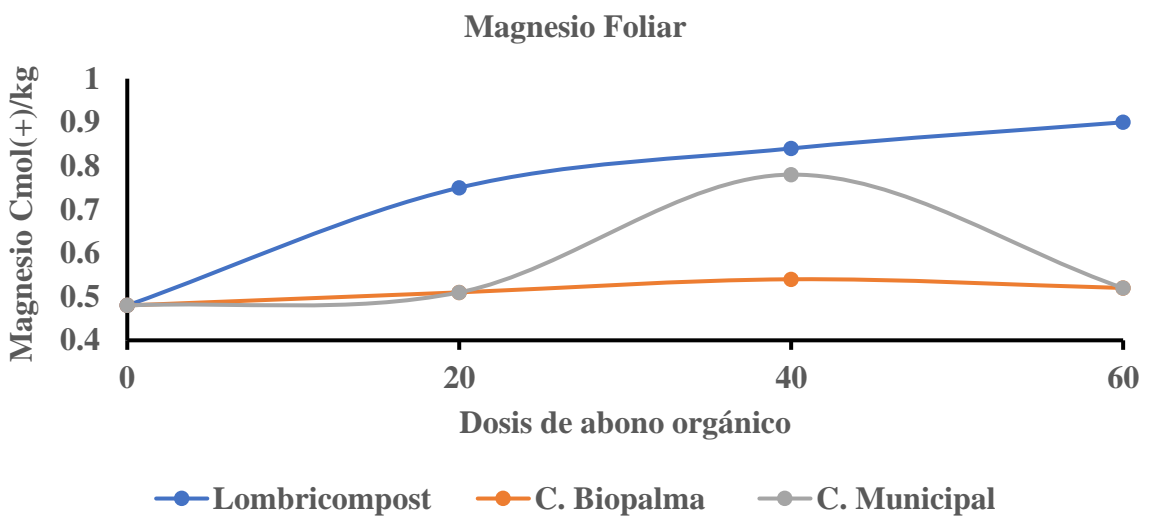
**Figura 40.** Fósforo foliar por nivel de abono orgánico.



**Figura 41.** Potasio foliar por nivel de abono orgánico.



**Figura 42.** Calcio foliar por nivel de abono orgánico.



**Figura 43.** Magnesio foliar por nivel de abono orgánico.

### 4.3. Efecto de los niveles de abono orgánico sobre la variable altura de plantones de café.

Conforme con el estudio de ANVA (Tabla 13), de la altura de plantones evaluados sometidos a tres niveles de tres abonos orgánicos diferentes, se encontró diferencias altamente significativas en los 30, 60, 90 y 120 ddt y diferencias estadísticas significativas a los 150 días después del trasplante ya que los valores observados son menores al valor planteado ( $\alpha = 0,05$ ), por lo tanto se rechaza la hipótesis nula de que todos los y tratamientos en estudio son iguales y se acepta hipótesis alternante de que al menos un tratamiento en estudio tiene efectos diferentes a los demás.

En cuanto al coeficiente de variación (C.V) obtenido para los 30 días después del trasplante es de 6,29 existe una baja variación para la altura de la planta. Asimismo, para el día 60 el C.V es 10,76 %, para el día 90 el C.V es de 10,92%, para el día 120 el C.V resultó igual a 11,26 y para los 150 días el C.V fue de 15,41%. Los C.V son menores a 20 como lo indica Pimentel (1985), citado por Gordón y Camargo (2015), el CV bajo cuando es inferior a 10%; el CV medio cuando es entre 10 y 20%; y los valores obtenidos se encuentran en el rango bajo para los 30 días y medio para el resto. Para los valores obtenidos en el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) igual a 0,84; 0,81; 0,90; 0,80 y 0,43 esto indica que el promedio de la variable en estudio a los 30 días tiene una dependencia en un 84 % de la aplicación de abono orgánico y 16 % por otros factores, a los 60 días existe una dependencia de 81 % de la dosis de abono orgánico y 19 % por otros factores, a los 90 días se encontró una dependencia de 90 % de la aplicación de materia orgánica y un 10 % por otros factores, a los 120 días hubo una dependencia de 90% del tratamiento y un 10% de otros factores y a los 150 días la dependencia de la aplicación de materia orgánica fue de 43 % y 57 % por un factor externo, Di rienzo et al. (2008) manifiesta que el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) posee rangos entre 0 y 1, cuando el valor obtenido es más cercano a la unidad existe mayor dependencia de la variable estudiada sometida al tratamiento en estudio.

**Tabla 13.** Prueba de ANVA ( $\alpha = 0,05$ ), para el parámetro altura de plantones por efecto de los tratamientos.

Fuente de Variación	GL	0 ddt		30 ddt		60 ddt		90 ddt		120 ddt		150 ddt	
		CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor
Tratamiento	10	0,02	0,6078	2,64	<0,0001	12,14	<0,0001	58,74	<0,0001	72,57	<0,0001	55,91	0,0241
Error	33	0,02		0,15		0,84		2,03		5,39		22,52	
Total	43												
C.V.		2,84		6,29		10,76		10,92		11,26		15,41	
$R^2$		0,20		0,84		0,81		0,90		0,80		0,43	

**Tabla 14.** Prueba de DGC ( $\alpha = 0,05$ ), para la variable altura de plántones de café con diferentes tratamientos en estudio (media  $\pm$  error estándar).

30 ddt			60 ddt			90 ddt			120 ddt			150 ddt			
Trat.	Altura	Sig	Trat.	Altura	Sig	Trat.	Altura	Sig	Trat.	Altura	Sig	Trat.	Altura	Sig	
T3	7,48	$\pm 0,19$	a	T1	11,15	$\pm 0,46$	a	T1	19,25	$\pm 0,71$	a	T1	26,38	$\pm 1,16$	a
T1	7,43	$\pm 0,19$	a	T3	10,68	$\pm 0,46$	a	T3	17,58	$\pm 0,71$	b	T3	24,15	$\pm 1,16$	a
T2	7,05	$\pm 0,19$	a	T2	10,38	$\pm 0,46$	a	T2	16,10	$\pm 0,71$	b	T4	24,13	$\pm 1,16$	a
T4	6,20	$\pm 0,19$	b	T4	9,60	$\pm 0,46$	b	T4	15,00	$\pm 0,71$	c	T5	24,10	$\pm 1,16$	a
T5	5,93	$\pm 0,19$	b	T5	8,93	$\pm 0,46$	b	T5	14,65	$\pm 0,71$	c	T2	23,33	$\pm 1,16$	a
T8	5,93	$\pm 0,19$	b	T6	8,73	$\pm 0,46$	b	T6	14,08	$\pm 0,71$	c	T6	22,83	$\pm 1,16$	a
T11	5,65	$\pm 0,19$	b	T8	7,35	$\pm 0,46$	c	T9	10,58	$\pm 0,71$	d	T9	18,58	$\pm 1,16$	b
T6	5,63	$\pm 0,19$	b	T9	6,95	$\pm 0,46$	c	T8	10,25	$\pm 0,71$	d	T7	18,08	$\pm 1,16$	b
T9	5,53	$\pm 0,19$	b	T10	6,78	$\pm 0,46$	c	T7	9,20	$\pm 0,71$	d	T8	16,28	$\pm 1,16$	b
T10	5,35	$\pm 0,19$	b	T11	6,73	$\pm 0,46$	c	T10	8,88	$\pm 0,71$	d	T10	16,13	$\pm 1,16$	b
T7	5,28	$\pm 0,19$	b	T7	6,55	$\pm 0,46$	c	T11	8,05	$\pm 0,71$	d	T11	14,48	$\pm 1,16$	b

## Leyenda:

ddt: días después del trasplante.

T<sub>1</sub>: 20 % lombricompostT<sub>2</sub>: 40 % lombricompostT<sub>3</sub>: 60 % lombricompostT<sub>4</sub>: 20 % abono orgánico BioPalmaT<sub>5</sub>: 40 % abono orgánico BioPalmaT<sub>6</sub>: 60 % abono orgánico BioPalmaT<sub>7</sub>: TestigoT<sub>8</sub>: Testigo + NPKT<sub>9</sub>: 20 % abono orgánico MunicipalT<sub>10</sub>: 40 % abono orgánico MunicipalT<sub>11</sub>: 60 % abono orgánico Municipal

Al realizar el análisis estadístico DGC ( $\alpha = 0,05$ ) se obtuvo que los mejores promedios para altura de la planta en los 30 ddt son el T<sub>3</sub> con 7,48 cm, el T<sub>1</sub> con 7,43 cm y el T<sub>2</sub> con 7,05 cm los cuales conforman el grupo de significancia, esto indica que estos tratamientos no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí, pero si son diferentes a los demás tratamientos que conforman el segundo grupo de significancia, siendo dentro de estos el tratamiento con menor promedio el T<sub>7</sub> con 5,28 cm. A los 60 ddt se puede notar que existen tres grupos de significancia siendo el primer grupo con los promedios más altos comprendidos por los tratamientos T<sub>1</sub> con 11,15 cm, el T<sub>3</sub> con 10,68 y el T<sub>2</sub> con 10,38 cm los que presentan similitudes entre sí, pero diferencias estadísticas significativas a los demás, el tratamiento con el promedio más bajo es el T<sub>7</sub> con 6,55 cm de promedio y corresponde al tercer grupo de significancia. Los resultados a los 90 días muestran cuatro grupos de significancia siendo el T<sub>1</sub> con 19,25 cm el único tratamiento perteneciente al primer grupo que se diferencia estadísticamente del resto de los tratamientos, el segundo grupo lo conforman el T<sub>2</sub> con 17,58 cm y el T<sub>2</sub> con 16,10 cm de promedio que evidencian similitudes entre sí y a su vez diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos. A los 120 ddt el análisis muestra dos grupos de significancia. El primer grupo está conformado por los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>6</sub> que resultaron ser similares entre sí, pero diferentes estadísticamente del resto de los tratamientos, dentro de este primer grupo el T<sub>1</sub> con 26,38 cm obtuvo el mayor promedio, respecto al segundo grupo de significancia podemos mencionar que el tratamiento con menor promedio resultó ser el T<sub>11</sub> con 14,48 cm. Finalmente a los 150 ddt se consiguió diferencias estadísticas significativas entre ellos siendo el primer grupo constituido por los tratamientos T<sub>5</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>9</sub> y T<sub>10</sub> dentro de los cuales el mejor promedio lo obtuvo el T<sub>5</sub> con 36,03 cm y dentro del segundo grupo de significancia conformado por T<sub>11</sub>, T<sub>7</sub> y T<sub>8</sub> el menor promedio lo obtuvo el T<sub>8</sub> con 24,28 cm.

Los resultados obtenidos en los mejores promedios pueden deberse a que el contenido de nutrientes esenciales como el nitrógeno para el crecimiento de la planta sobre en vivero es a la que mejor se adapta el café, ya que niveles muy altos de nutrientes generan efectos desfavorables para el crecimiento vegetativo al igual que cuando el contenido de nutrientes es muy bajo. Es necesario resaltar que el abono orgánico de origen animal y vegetal muestran mejores promedios en comparación al tratamiento testigo.

Dentro del análisis de caracterización de suelo en la (Tabla 10) se aprecia como los abonos orgánicos mejoran los valores nutricionales de los macro y micronutrientes respecto al suelo utilizado como testigo, esto se ve reflejado en la etapa crecimiento de la planta, por lo tanto, podemos afirmar que los niveles de abono orgánico utilizados tuvieron un efecto

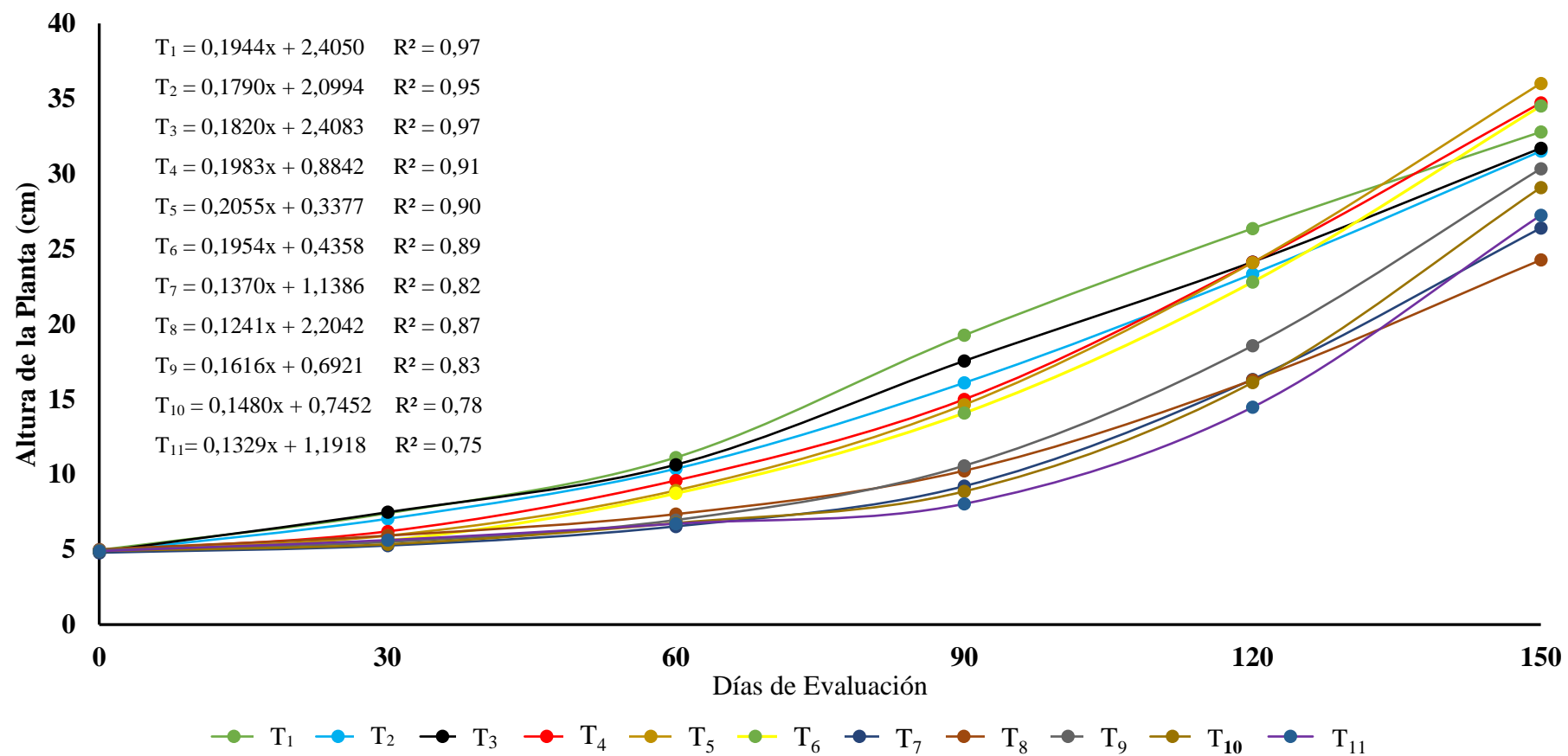
directo en el crecimiento, estos resultados concuerdan con los trabajos similares y autores mencionados a continuación.

En México Aguilar, et al (2016) realizaron una investigación respecto al uso de tres abonos orgánicos (abono orgánico, bocashi y vermiabono) en la producción de plántones de café en la etapa de vivero con un enfoque ecológico. Los hallazgos demostraron que los abonos orgánicos y bocashi obtuvieron los mejores resultados en la producción de plántones de café, por lo que se puede afirmar que el abono orgánico es adecuado para el uso en la etapa de vivero del café. Esto contrasta con los resultados obtenidos en este trabajo de investigación.

Así mismo Neiva et al (2019) indica que la mejor respuesta en cuanto al desarrollo del plánton a nivel de vivero lo obtuvieron con los tratamientos a base de abono orgánico.

En adición Abanto, et al (2013) encontraron que a los 120 días el sustrato compuesto por gallinaza reportó los mejores resultados, Este estudio descubrió que la materia orgánica de origen de animal se encuentra con los mejores promedios hasta los 120 días después del trasplante lo que concuerda con los resultados obtenidos por el autor citado.

Una de las características más influyentes a la hora de elegir plántones para campo definitivo es la altura de la planta, por lo que la altura promedio obtenidos en el experimento son aceptables debido a que obtuvieron mayor tamaño en relación a los tratamientos testigo, lo que se traducirá en una planta de buen porte.



**Figura 44.** Incremento de la altura de las plantas de café cada 30 días en los tratamientos en estudio.

Leyenda:

T<sub>1</sub>: 20 % lombricompost

T<sub>2</sub>: 40 % lombricompost

T<sub>3</sub>: 60 % lombricompost

T<sub>4</sub>: 20 % abono orgánico BioPalma

T<sub>5</sub>: 40 % abono orgánico BioPalma

T<sub>6</sub>: 60 % abono orgánico BioPalma

T<sub>7</sub>: Testigo

T<sub>8</sub>: Testigo + NPK

T<sub>9</sub>: 20 % abono orgánico Municipal

T<sub>10</sub>: 40 % abono orgánico Municipal

T<sub>11</sub>: 60 % abono orgánico Municipal

#### 4.4. Efecto de los niveles de abono orgánico sobre la variable diámetro de tallo.

Se descubrieron diferencias estadísticas altamente significativas en las evaluaciones realizadas a los mediante el análisis de varianza con un nivel de significancia de ( $\alpha = 0,05$ ) a los 30, 60, 90, 120 y diferencias estadísticas significativas a los 150 días después del trasplante entre los tratamientos debido a que el P-valor es menor al valor de significancia ( $\alpha = 0,05$ ), por lo tanto, la hipótesis nula de que todos los estudios y tratamientos son iguales se rechaza. y se acepta hipótesis alternante de que al menos un tratamiento en estudio presenta un comportamiento diferente al resto. En cuanto al coeficiente de variabilidad (C.V.) se muestran valores menores al 10 % lo que indica que los resultados fueron muy uniformes en las mediciones realizadas y una baja dispersión según Pimentel (1985) quien indica que valores menores al 10 % se consideran bajos; medios de 10 a 20 %, en experimentos de campo. Los valores del coeficiente de determinación  $R^2$  obtenidos fueron 0,67; 0,78; 0,81 y 0,65 para 30, 60, 90, 120 días después del trasplante, eso quiere decir que para el día 30 ddt se obtuvo un 67% de dependencia del tratamiento y un 37% de otros factores, para el día 60 ddt la dependencia de la variable al tratamiento fue del 78% y un 22% de factores ajenos, referente al día 90 ddt la dependencia se incrementó a 81% de como respuesta al tratamiento y un 19% de dependencia de otros factores, así mismo para el día 120 ddt se observa una disminución hasta 65% de dependencia de la variable respuesta frente al tratamiento aplicado y un 35% de dependencia como respuesta a otros factores, por último para el día 150 ddt se obtuvo un  $R^2$  de 0,42 para lo que indica que hubo una dependencia de la variable respuesta diámetro de tallo respecto al tratamiento del 42 % y 58 % de otro factores. Martínez (2005), manifiesta que el valor de  $R^2$  varía de 0 a 1 y cuanto más se aproxima a la unidad mayor será la dependencia de la variable analizada,

**Tabla 15.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para el parámetro diámetro de tallo efecto de los tratamientos.

Fuente de Variación	GL	0 ddt		30 ddt		60 ddt		90 ddt		120 ddt		150 ddt	
		CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor
Tratamiento	10	0,01	0,1203	0,07	<0,0001	0,17	<0,0001	0,36	<0,0001	0,50	<0,0001	0,41	0,0293
Error	33	0,01		0,01		0,01		0,03		0,08		0,17	
Total	43												
C.V.		5,88		5,79		5,19		5,79		8,15		9,42	
$R^2$		0,34		0,67		0,78		0,81		0,65		0,42	

Como la prueba de análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ), resultó ser significativa se puede proceder al realizar la prueba de DGC con un valor de ( $\alpha = 0,05$ ) se puede notar que a los 30 ddt el  $T_3$  (1200 g lombricompost) con 2,05 mm, durante los 60 ddt el  $T_3$  (1200 g de lombricompost) con 2,56 mm, en los 90 ddt el  $T_1$  (400 g de lombricompost) con 3,18 mm y a

los 120 ddt el T<sub>1</sub> (400g % lombricompost) con 4,02, son los que obtuvieron los mejores resultados por lo tanto presentan similitudes estadísticas entre los tratamientos que corresponden al grupo de significancia al que pertenecen, así mismo estos tratamientos presentan diferencias en relación al resto de los tratamientos, a los 150 días el T<sub>4</sub> (400 g de abono orgánico BioPalma), obtuvo el mejor resultado con media de 4,81 mm. Los tratamientos en estudio con los menores promedios durante las evaluaciones fueron el T<sub>7</sub>, T<sub>10</sub>, T<sub>11</sub>, T<sub>11</sub>, T<sub>11</sub> con promedios iguales a 1,64 mm, 2,04 mm, 2,40 mm, 2,88 mm y 3,67 mm por lo que podemos decir que estos tratamientos son numéricamente diferentes al primer grupo de significancia.

En la variable diámetro de tallo se pudo observar que los mejores promedios lo obtuvieron los tratamientos T<sub>3</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>1</sub> y T<sub>4</sub> para los 30, 60, 90, 120 y 150 días respectivamente,

Estos resultados se pueden relacionar con los obtenidos para altura del plantón del tallo debido a que este parámetro está relacionado al buen contenido de nitrógeno que aportaron los tratamientos en estudio ya que según Torres (1993) el nitrógeno influye directamente en el crecimiento y grosor de la planta. Otro nutriente íntimamente relacionado con el engrosamiento del tallo es el potasio, como se puede apreciar en la (Tabla 10) del análisis de suelo, podemos ver que los tratamientos donde se aplicaron diferentes niveles de abono orgánico especialmente el abono orgánico BioPalma y el lombricompost el contenido de nitrógeno y potasio fue mayor que el tratamiento testigo compuesto por solo tierra agrícola, por lo que con estos tratamientos se obtuvieron los mejores resultados en el parámetro estudiado. Estos datos obtenidos se pueden corroborar con los obtenidos por Abanto et al. (2013), menciona que los abonos orgánicos obtenidos de fuentes animales consiguen mejor calidad en cuanto a crecimiento vegetativo.

Aguilar et al (2016) manifiestan que los abonos orgánicos en cantidades adecuadas aportan nutrientes que favorecen el crecimiento vegetativo. En complemento (Castro et al., 2009), sostiene que la cantidad adecuada del abono orgánico como el bocashi en la preparación de sustrato en vivero, está determinado por su contenido nutricional y por el requerimiento de la planta que es variante según su etapa fenológica.

Así mismo Huerta y Cruz (2018) sostienen que el diámetro de su aumento es lento y el mayor valor en diámetro se encuentra al final del experimento, datos que coinciden con las mediciones obtenidas en nuestro trabajo. Los resultados para este parámetro de evaluación relacionados a los encontrados en la variable altura de la planta nos indica que la aplicación de abono orgánico nos da como resultado plantas de buen porte, vigorosas y

resistente a enfermedades, hecho que se comprobó en nuestro experimento ya que los plántones no presentaron incidencia de enfermedades en toda la etapa de experimentación.

**Tabla 16.** Prueba de DGC ( $\alpha = 0,05$ ), para la variable diámetro de tallo de plántones de café con diferentes tratamientos en estudio (media  $\pm$  error estándar).

30 ddt			60 ddt			90 ddt			120 ddt			150 ddt		
Trat	Díametro	Sig	Trat	Díametro	Sig	Trat	Díametro	Sig	Trat	Díametro	Sig	Trat	Díametro	Sig
T3	2,05 $\pm$ 0,05	a	T3	2,56 $\pm$ 0,06	a	T1	3,18 $\pm$ 0,08	a	T1	4,02 $\pm$ 0,14	a	T4	4,81 $\pm$ 0,21	a
T1	2,04 $\pm$ 0,05	a	T1	2,56 $\pm$ 0,06	a	T2	3,17 $\pm$ 0,08	a	T4	3,91 $\pm$ 0,14	a	T1	4,68 $\pm$ 0,21	a
T2	1,93 $\pm$ 0,05	a	T2	2,45 $\pm$ 0,06	a	T3	3,12 $\pm$ 0,08	a	T5	3,82 $\pm$ 0,14	a	T6	4,61 $\pm$ 0,21	a
T5	1,84 $\pm$ 0,05	b	T4	2,35 $\pm$ 0,06	b	T4	2,93 $\pm$ 0,08	b	T6	3,76 $\pm$ 0,14	a	T5	4,59 $\pm$ 0,21	a
T4	1,81 $\pm$ 0,05	b	T6	2,30 $\pm$ 0,06	b	T5	2,86 $\pm$ 0,08	b	T2	3,74 $\pm$ 0,14	a	T2	4,48 $\pm$ 0,21	a
T8	1,80 $\pm$ 0,05	b	T5	2,28 $\pm$ 0,06	b	T6	2,79 $\pm$ 0,08	b	T3	3,61 $\pm$ 0,14	a	T3	4,42 $\pm$ 0,21	a
T6	1,77 $\pm$ 0,05	b	T8	2,12 $\pm$ 0,06	c	T8	2,58 $\pm$ 0,08	c	T8	3,50 $\pm$ 0,14	a	T9	4,34 $\pm$ 0,21	a
T9	1,77 $\pm$ 0,05	b	T11	2,10 $\pm$ 0,06	c	T9	2,53 $\pm$ 0,08	c	T9	3,31 $\pm$ 0,14	b	T7	4,29 $\pm$ 0,21	a
T10	1,70 $\pm$ 0,05	b	T7	2,05 $\pm$ 0,06	c	T7	2,46 $\pm$ 0,08	c	T7	3,28 $\pm$ 0,14	b	T8	4,21 $\pm$ 0,21	a
T11	1,66 $\pm$ 0,05	b	T9	2,05 $\pm$ 0,06	c	T10	2,44 $\pm$ 0,08	c	T10	3,15 $\pm$ 0,14	b	T10	4,09 $\pm$ 0,21	a
T7	1,64 $\pm$ 0,05	b	T10	2,04 $\pm$ 0,06	c	T11	2,40 $\pm$ 0,08	c	T11	2,88 $\pm$ 0,14	b	T11	3,67 $\pm$ 0,21	b

Leyenda:

ddt: días después del trasplante.

T<sub>1</sub>: 20 % lombricompost

T<sub>2</sub>: 40 % lombricompost

T<sub>3</sub>: 60 % lombricompost

T<sub>4</sub>: 20 % abono orgánico BioPalma

T<sub>5</sub>: 40 % abono orgánico BioPalma

T<sub>6</sub>: 60 % abono orgánico BioPalma

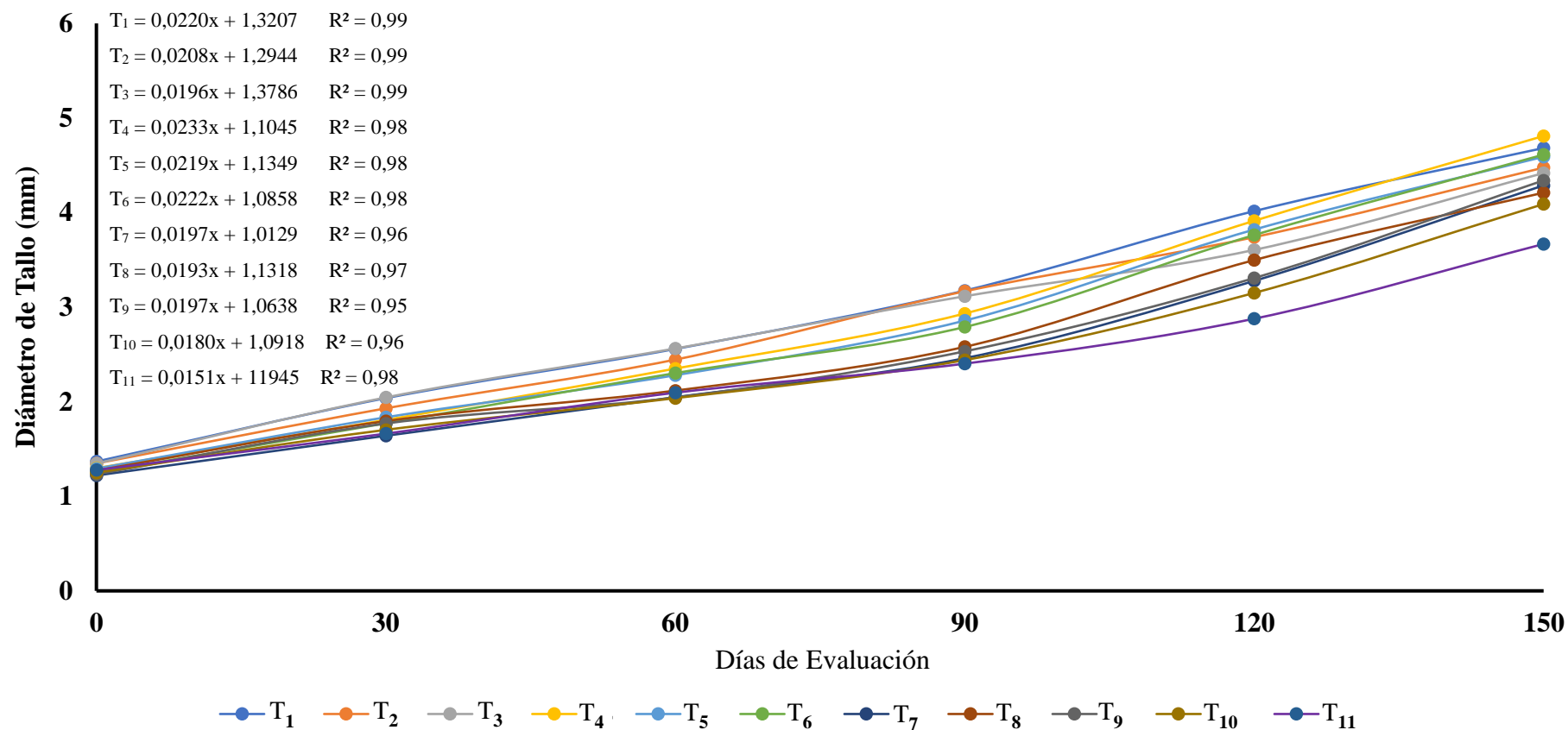
T<sub>7</sub>: Testigo

T<sub>8</sub>: Testigo + NPK

T<sub>9</sub>: 20 % abono orgánico Municipal

T<sub>10</sub>: 40 % abono orgánico Municipal

T<sub>11</sub>: 60 % abono orgánico Municipal



**Figura 45.** Incremento del diámetro de tallo de las plantas de café cada 30 días en los tratamientos en estudio.

Leyenda:

T<sub>1</sub>: 20 % lombricompost

T<sub>2</sub>: 40 % lombricompost

T<sub>3</sub>: 60 % lombricompost

T<sub>4</sub>: 20 % abono orgánico BioPalma

T<sub>5</sub>: 40 % abono orgánico BioPalma

T<sub>6</sub>: 60 % abono orgánico BioPalma

T<sub>7</sub>: Testigo

T<sub>8</sub>: Testigo + NPK

T<sub>9</sub>: 20 % abono orgánico Municipal

T<sub>10</sub>: 40 % abono orgánico Municipal

T<sub>11</sub>: 60 % abono orgánico Municipal

#### 4.4. Efecto de los niveles de abono orgánico sobre la variable número de hojas.

Se descubrieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en el estudio, según el estudio de ANVA para la variable número de hojas a los 30, 60, 90, 120 y 150 días después del trasplante. Ya que el P-valor obtenido es inferior al valor de significancia con la que se trabajó ( $\alpha = 0,05$ ), esto indica que al menos una dosis de abono orgánico en estudio tiene un comportamiento estadísticamente diferente al resto. Con relación a los valores de coeficiente de variación (C.V) para 30 ddt = 17,40 a los 60 ddt = 9,17 a los 90 ddt = 11,35 a los 120 ddt = 7,54 y a los 150 ddt = 10,14 indican un nivel de variación entre bajos y medio, como lo indica Pimentel (1985), citado por Gordón y Camargo (2015), el CV es bajo cuando es inferior al 10%, mientras que entre 10 y 20 % se consideran medios, por lo tanto para los días 30, 60, 90 y 150 el coeficiente de variabilidad se considera medio y para el día 120 el coeficiente de variabilidad se considera bajo por lo tanto se obtuvo una buena homogeneidad. En cuanto al valor del coeficiente de determinación  $R^2$  obtenidos fueron para los 30 ddt = 0,80 a los 60 ddt = 0,88 a los 90 ddt = 0,64 a los 120 ddt = 0,54 y a los 150 ddt = 0,47 estos valores indican la dependencia de la variable estudiada respecto al tratamiento lo que significa que a los 30 ddt muestran una dependencia del tratamiento del 80 % y 20 % de otros factores, para los 60 ddt la dependencia de la variable en relación a los tratamientos se eleva a un 88 % y 12 % por otros factores, para los 90 ddt la dependencia de los tratamientos se reduce a un 64 % y 36% por efecto de otros factores, a los 120 ddt la relación entre el número de hojas y el tratamiento es baja a 54 % y 46 % por otros factores y finalmente a los 150 ddt la dependencia de los tratamientos decae a 47 % y aumenta a 53 % por acción de otros factores. Según Di Rienzo et al. (2008), el coeficiente de determinación oscila entre 0 y 1, y cuanto más cerca estás de la unidad, más dependiente estás de lo que quieres mostrar. Por lo tanto, para el  $R^2$  se determina que la mayor dependencia de los tratamientos se genera a los 30 ddt, y la menor dependencia de los tratamientos se manifiesta a los 150 ddt.

**Tabla 17.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para el parámetro número de hojas por efecto de los tratamientos.

Fuente de Variación	GL	0 ddt		30 ddt		60 ddt		90 ddt		120 ddt		150 ddt	
		CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor
Tratamiento	10	0,00	sd	3,48	<0,0001	6,83	<0,0001	6,32	0,0001	4,06	0,0016	11,68	0,0091
Error	33	0,00		0,26		0,28		1,08		1,05		3,94	
Total	43												
C.V.		0,00		17,40		9,17		11,35		7,54		10,14	
$R^2$		sd		0,80		0,88		0,64		0,54		0,47	

Al existir diferencias estadísticas en el cuadro de análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ), se procede a realizar la prueba de DGC ( $\alpha = 0,05$ ), por consiguiente se determinó a los 30 ddt el T<sub>3</sub> obtiene el mejor promedio de hojas con 4,38 hojas, mientras que los tratamientos T<sub>2</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>1</sub> pertenecen al mismo grupo de significancia que el tratamiento T<sub>3</sub> entonces podemos concluir que estos cuatro tratamientos no presentan variaciones estadísticas significativas entre sí pero si de los demás tratamientos, por lo que podemos afirmar que se pueden obtener los mismo resultados con estos tratamientos a los 30 ddt, el menor promedio fue el T<sub>9</sub> con un promedio de 2,00 hojas a los 30 ddt. Durante los 60 ddt se puede observar que el T<sub>1</sub> muestra discrepancias estadísticas significativas en relación a las demás fuentes de abono orgánico en estudio siendo el que posee el mayor promedio de número de hojas con 8,13 hojas, así mismo el T<sub>7</sub> el que obtuvo el menor promedio con 4.13 hojas en la misma evaluación. En los 90 ddt se observa que el T<sub>1</sub> es el que obtiene el mayor valor promedio con 11,38 hojas por lo que tiene diferencias estadísticas significativas frente al resto de los tratamientos, mientras el T<sub>11</sub> obtuvo el menor promedio con 7,63 hojas. Durante la evaluación de 120 ddt se puede observar que el T<sub>6</sub> obtuvo el mejor promedio con 14,50 hojas, perteneciendo al mismo grupo de significancia que los niveles T<sub>5</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>9</sub>, T<sub>10</sub> y T<sub>4</sub>, pero siendo diferentes al grupo de tratamientos que conforman el segundo grupo de significancia comprendidos por los tratamientos T<sub>11</sub>, T<sub>7</sub> y T<sub>8</sub> con un promedio de 12,69, 11,94 y 11,75 hojas respectivamente, mostrando diferencias estadísticas significativas frente al resto. A los 150 días se aprecia que el T<sub>6</sub> tiene el promedio más alto con 22,63 hojas por lo tanto podemos afirmar que es estadísticamente diferente al resto comprendidos por los tratamientos T<sub>8</sub> y T<sub>7</sub>, por otro lado, el promedio más bajo lo presenta el tratamiento T<sub>8</sub> con 17,19 hojas T<sub>7</sub> con 16,88 hojas por lo que se puede afirmar que son estadísticamente diferentes al resto de los tratamientos que pertenecen al primer grupo de significancia.

Estos datos se pueden contrastar con los resultados obtenidos en el análisis de caracterización de suelos en la (Tabla 10) donde se puede apreciar que el contenido de macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio son altos, por lo que los tratamientos con niveles de abono orgánico tuvieron los mejores promedios de número de hojas en comparación con el tratamiento testigo compuesto solo por suelo agrícola.

Nuestros resultados coinciden con los obtenidos por, Valderrama (2013), indica que, debido a su contenido de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio y elementos menores, el abono orgánico aumenta el número de hojas de las plantas, en adición Reyes et al. (2017), refieren que los abonos orgánicos, por su composición mineral, estimula el

crecimiento de las plantas, como es el caso de números de hojas, obteniendo así plantas más vigorosas.

**Tabla 18.** Prueba de DGC ( $\alpha = 0,05$ ), para la variable número de hojas de plántones de café con diferentes tratamientos en estudio (media  $\pm$  error estándar).

30 ddt			60 ddt			90 ddt			120 ddt			150 ddt		
Trat	N° Hojas	Sig	Trat	N° Hojas	Sig	Trat	N° Hojas	Sig	Trat	N° Hojas	Sig	Trat	N° Hojas	Sig
T3	4,38 $\pm$ 0,26	a	T1	8,13 $\pm$ 0,27	a	T1	11,38 $\pm$ 0,52	a	T6	14,50 $\pm$ 0,51	a	T6	22,63 $\pm$ 0,99	a
T2	4,13 $\pm$ 0,26	a	T2	7,38 $\pm$ 0,27	b	T2	10,50 $\pm$ 0,52	a	T5	14,38 $\pm$ 0,51	a	T9	20,88 $\pm$ 0,99	a
T4	3,88 $\pm$ 0,26	a	T3	6,88 $\pm$ 0,27	b	T4	9,88 $\pm$ 0,52	a	T3	14,38 $\pm$ 0,51	a	T11	20,69 $\pm$ 0,99	a
T1	3,86 $\pm$ 0,26	a	T5	6,13 $\pm$ 0,27	c	T6	9,88 $\pm$ 0,52	a	T2	14,25 $\pm$ 0,51	a	T5	20,63 $\pm$ 0,99	a
T5	2,88 $\pm$ 0,26	b	T6	6,13 $\pm$ 0,27	c	T3	9,63 $\pm$ 0,52	a	T1	14,25 $\pm$ 0,51	a	T10	20,38 $\pm$ 0,99	a
T6	2,75 $\pm$ 0,26	b	T4	6,00 $\pm$ 0,27	c	T5	9,38 $\pm$ 0,52	a	T9	14,06 $\pm$ 0,51	a	T2	19,56 $\pm$ 0,99	a
T8	2,25 $\pm$ 0,26	b	T8	5,13 $\pm$ 0,27	d	T10	8,50 $\pm$ 0,52	b	T10	13,81 $\pm$ 0,51	a	T3	19,56 $\pm$ 0,99	a
T10	2,90 $\pm$ 0,26	b	T9	4,25 $\pm$ 0,27	d	T9	8,38 $\pm$ 0,52	b	T4	13,75 $\pm$ 0,51	a	T1	18,69 $\pm$ 0,99	a
T7	2,13 $\pm$ 0,26	b	T10	4,44 $\pm$ 0,27	d	T7	8,13 $\pm$ 0,52	b	T11	12,69 $\pm$ 0,51	b	T4	18,38 $\pm$ 0,99	a
T11	2,00 $\pm$ 0,26	b	T11	4,38 $\pm$ 0,27	d	T8	7,88 $\pm$ 0,52	b	T7	11,94 $\pm$ 0,51	b	T8	17,19 $\pm$ 0,99	b
T9	2,00 $\pm$ 0,26	b	T7	4,13 $\pm$ 0,27	d	T11	7,63 $\pm$ 0,52	b	T8	11,75 $\pm$ 0,51	b	T7	16,88 $\pm$ 0,99	b

Leyenda:

ddt: días después del trasplante.

T<sub>1</sub>: 20 % lombricompost

T<sub>2</sub>: 40 % lombricompost

T<sub>3</sub>: 60 % lombricompost

T<sub>4</sub>: 20 % abono orgánico BioPalma

T<sub>5</sub>: 40 % abono orgánico BioPalma

T<sub>6</sub>: 60 % abono orgánico BioPalma

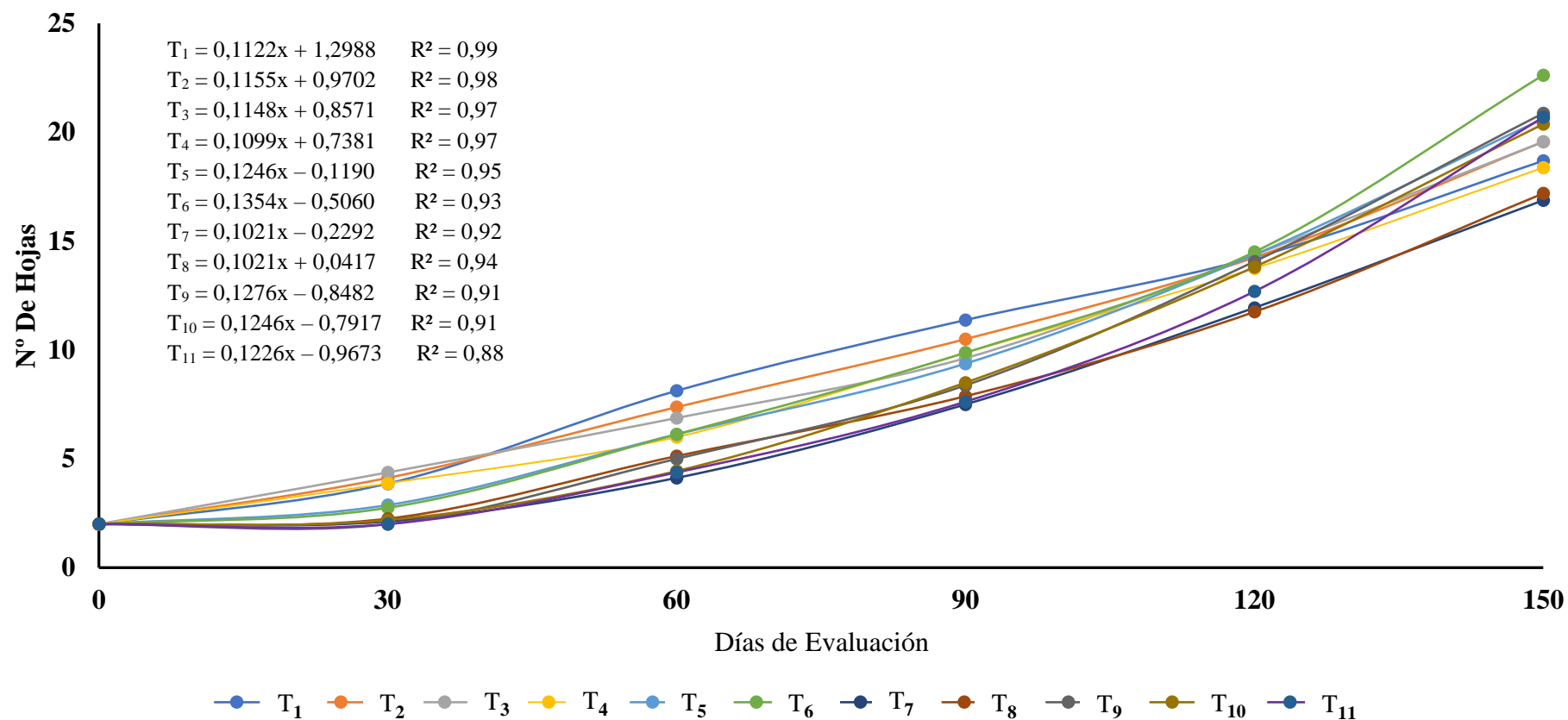
T<sub>7</sub>: Testigo

T<sub>8</sub>: Testigo + NPK

T<sub>9</sub>: 20 % abono orgánico Municipal

T<sub>10</sub>: 40 % abono orgánico Municipal

T<sub>11</sub>: 60 % abono orgánico Municipal



**Figura 46.** Incremento del número de hojas de las plantas de café cada 30 días en los tratamientos en estudio.

Leyenda:

T<sub>1</sub>: 20 % lombricompost

T<sub>2</sub>: 40 % lombricompost

T<sub>3</sub>: 60 % lombricompost

T<sub>4</sub>: 20 % abono orgánico BioPalma

T<sub>5</sub>: 40 % abono orgánico BioPalma

T<sub>6</sub>: 60 % abono orgánico BioPalma

T<sub>7</sub>: Testigo

T<sub>8</sub>: Testigo + NPK

T<sub>9</sub>: 20 % abono orgánico Municipal

T<sub>10</sub>: 40 % abono orgánico Municipal

T<sub>11</sub>: 60 % abono orgánico Municipal

#### 4.5. Efecto de los niveles de abono orgánico sobre la variable longitud radicular, volumen radicular, área foliar, peso fresco y seco.

Al realizar la prueba de ANVA ( $\alpha = 0,05$ ), se encontró que entre los tratamientos en estudios el P-valor resultó ser menor que el nivel de ( $\alpha = 0,05$ ) por lo que se puede decir que las diferencias estadísticas significativas, por lo tanto, se puede afirmar que uno de los tratamientos tiene efecto diferente al resto en las variables estudiadas, para longitud radicular se tuvo un (CV) de 4,95 % y su coeficiente de determinación ( $R^2$ ) fue de 0,53%, para volumen radicular, el C.V fue de 24,10 % y su  $R^2$  fue de 0,36, para área foliar el C.V fue de 12,19 % y su  $R^2$  fue de 0,74, para peso fresco su C.V fue de 13,96% y su  $R^2$  fue de 0,67 %, para peso seco su C.V fue de 19,20% y su  $R^2$  fue de 0,52%, esto indica que hubo un nivel de variación entre bajo y medio para los parámetros analizados, como lo indica Pimentel (1985), citado por Gordón y Camargo (2015), el CV es bajo cuando es inferior al 10%, mientras que entre 10 y 20 % se consideran medios. En cuanto al coeficiente de determinación ( $R^2$ ) obtenido indican la dependencia que tienen las variables en estudio respecto a los tratamientos aplicados que van desde el 53%, 36%, 74% 67%, y 52% cuya dependencia es respecto al tratamiento aplicado y el 77%, 64%, 26%, 33% y 48% de la variable respuesta están influenciadas por variables adicionales. Como lo indica Di rienzo et al. (2008), el coeficiente de determinación oscila entre 0 y 1, y cuanto más cerca estés de la unidad, más dependiente estás de lo que quieres mostrar.

**Tabla 19.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para el parámetro longitud radicular, volumen de raíz, área foliar, peso fresco y peso seco por efecto de los tratamientos.

Fuente de Variación	GL	Longitud Raíz (cm)		Volumen Raíz (ml)		Área Foliar (cm <sup>2</sup> )		Peso fresco		Peso seco	
		CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor
Tratamiento	10	7.33	0.0021	16,76	0,0836	78491,78	<0,0001	167,56	<0,0001	10,37	0,0028
Error	33	1.98		8,89		8452,83		25,18		2,92	
Total	43										
C.V.		4.95		24,10		12,19		13,96		19,20	
$R^2$		0.53		0,36		0,74		0.67		0,52	

**Tabla 20.** Prueba de DGC  $\alpha = 0,05$ ), para las variables longitud radicular, volumen radicular, área foliar, peso fresco y peso seco de plántones de café con diferentes tratamientos en estudio (media  $\pm$  error estándar).

Trat	Longitud (cm)		Sig	Volumen (ml)		Trat	Área Foliar (cm <sup>2</sup> )		Sig	Peso fresco y seco de la planta (g)									
	Raíz			Raíz	Sig		Hojas			Trat	Fresco	Sig	Trat	Seco	Sig				
T1	29,74	$\pm 0,70$	a	T6	15,53	$\pm 1,49$	a	T6	945,45	$\pm 45,97$	a	T5	45,51	$\pm 2,51$	a	T6	11,20	$\pm 0,85$	a
T9	29,73	$\pm 0,70$	a	T4	14,80	$\pm 1,49$	a	T5	860,99	$\pm 45,97$	b	T6	45,25	$\pm 2,51$	a	T5	10,79	$\pm 0,85$	a
T7	29,71	$\pm 0,70$	a	T9	14,40	$\pm 1,49$	a	T9	847,37	$\pm 45,97$	b	T9	39,99	$\pm 2,51$	b	T9	10,42	$\pm 0,85$	a
T4	29,41	$\pm 0,70$	a	T5	14,08	$\pm 1,49$	a	T1	808,18	$\pm 45,97$	b	T4	38,68	$\pm 2,51$	b	T4	10,07	$\pm 0,85$	a
T6	29,29	$\pm 0,70$	a	T7	12,98	$\pm 1,49$	a	T11	790,32	$\pm 45,97$	b	T1	37,09	$\pm 2,51$	b	T1	9,48	$\pm 0,85$	a
T5	28,95	$\pm 0,70$	a	T10	11,58	$\pm 1,49$	a	T10	780,85	$\pm 45,97$	b	T10	35,03	$\pm 2,51$	b	T10	8,96	$\pm 0,85$	a
T3	28,28	$\pm 0,70$	b	T2	11,13	$\pm 1,49$	a	T3	773,33	$\pm 45,97$	b	T3	33,85	$\pm 2,51$	b	T3	8,00	$\pm 0,85$	b
T8	27,95	$\pm 0,70$	b	T1	11,10	$\pm 1,49$	a	T2	751,43	$\pm 45,97$	b	T2	34,52	$\pm 2,51$	b	T11	7,86	$\pm 0,85$	b
T10	27,18	$\pm 0,70$	b	T11	10,65	$\pm 1,49$	a	T4	738,28	$\pm 45,97$	b	T11	30,90	$\pm 2,51$	b	T2	7,62	$\pm 0,85$	b
T2	26,81	$\pm 0,70$	b	T8	10,10	$\pm 1,49$	a	T7	551,86	$\pm 45,97$	c	T7	28,57	$\pm 2,51$	c	T8	6,90	$\pm 0,85$	b
T11	25,81	$\pm 0,70$	b	T3	9,78	$\pm 1,49$	a	T8	449,12	$\pm 45,97$	c	T8	23,73	$\pm 2,51$	c	T7	6,55	$\pm 0,85$	b

Leyenda:

T<sub>1</sub>: 20 % lombricompost

T<sub>2</sub>: 40 % lombricompost

T<sub>3</sub>: 60 % lombricompost

T<sub>4</sub>: 20 % abono orgánico BioPalma

T<sub>5</sub>: 40 % abono orgánico BioPalma

T<sub>6</sub>: 60 % abono orgánico BioPalma

T<sub>7</sub>: Testigo

T<sub>8</sub>: Testigo + NPK

T<sub>9</sub>: 20 % abono orgánico Municipal

T<sub>10</sub>: 40 % abono orgánico Municipal

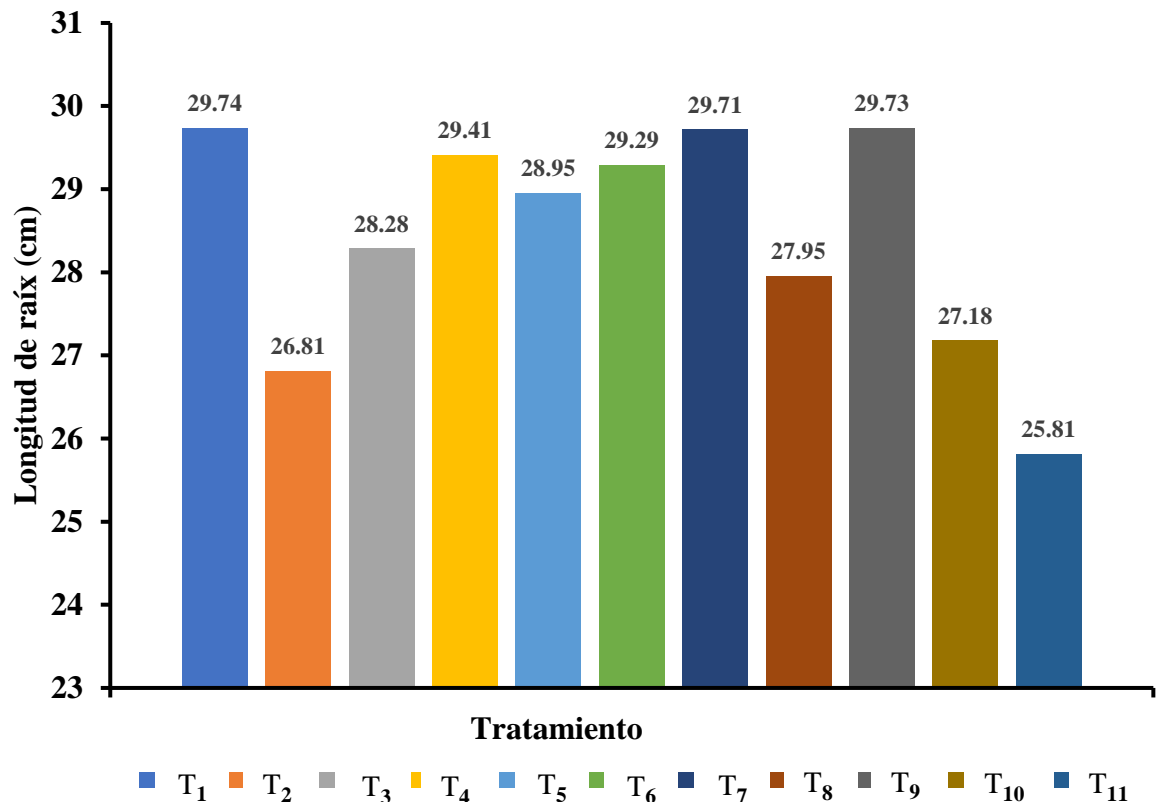
T<sub>11</sub>: 60 % abono orgánico Municipal

Como muestra el ensayo estadístico de DGC ( $\alpha = 0,05$ ) para el parámetro longitud radicular se observa que el T<sub>1</sub> (20% lombricompost) presenta el mayor promedio con 29,74 cm de longitud, otros tratamientos con mejores resultados fueron el T<sub>9</sub> (20 % de abono orgánico municipal) con 29,73 cm, T<sub>7</sub> (testigo) con 29,71 cm, T<sub>4</sub> (20% abono orgánico BioPalma) con 29,41 cm, Se puede observar que cuanto a más contenido de M.O, mayor será el impacto en el desarrollo de la raíz, debido a la alta tasa de actividad biológica y altos niveles de nutrientes, esto concuerda con lo obtenido con el tratamiento T<sub>11</sub> (60% abono orgánico Municipal) con el segundo menor promedio de 25,81 cm.

Agro Estrategias (2017) manifiesta que la alta humedad contenida en suelos con mayor materia orgánica conlleva a que los microorganismos tengan una mayor concentración produciendo nitritos, que son dañinos para las raíces de las plantas., esto se puede apreciar en el análisis de suelo al final del experimento en el que se aprecia que los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>9</sub> y T<sub>4</sub> son los que presentan menor contenido de materia orgánica por lo tanto la humedad retenida es menor y por consiguiente la actividad microbiana es menor por lo tanto los efectos de la actividad microbiana no resultaron perjudiciales como con los tratamientos de mayor contenido de materia orgánica que presentaron promedios menores de longitud radicular, con relación a esto Castellanos (2000), menciona que la fertilización con P promueve el desarrollo de las raíces laterales. Así mismo Cakmak., et al (2017), manifiesta que los niveles de fósforo y nitrógeno ligeramente bajos en las etapas tempranas de las plantas ayudan a fomentar el crecimiento de las raíces. Observando la (Tabla 10) del análisis físico químico de suelo y contrastando con nuestros resultados finales se aprecia que los niveles más bajos de fosforo y nitrógeno los tienen el T<sub>7</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>9</sub> y T<sub>4</sub> y estos resultaron con el mejor promedio de crecimiento radicular debido a que a concentraciones más leves de estos elementos el crecimiento radicular se incrementa.

El calcio también juega un papel fundamental en la elongación de las raíces ya que la consistencia de la raíz se ve afectada por la falta de este nutriente porque es un componente estructural de los tejidos de la planta, esto ocurre por que la planta no es capaz de transportar este nutriente por el floema.

Se puede observar que el compost Biopalma muestra los mejores beneficios en los parámetros volumen radicular, área foliar, peso fresco y peso seco, esto puede deberse al contenido nutricional que se muestra en la (tabla 10), a la materia prima utilizada y a la metodología de obtención del compost mediante la utilización de microorganismos eficientes y lodo rico en minerales que potencian la acción y disponibilidad de nutrientes en el compost obtenido.



**Figura 47.** Promedios de longitud radicular en *cafea arábica* por tratamiento.

Leyenda:

T<sub>1</sub>: 20 % lombricompost

T<sub>2</sub>: 40 % lombricompost

T<sub>3</sub>: 60 % lombricompost

T<sub>4</sub>: 20 % abono orgánico BioPalma

T<sub>5</sub>: 40 % abono orgánico BioPalma

T<sub>6</sub>: 60 % abono orgánico BioPalma

T<sub>7</sub>: Testigo

T<sub>8</sub>: Testigo + NPK

T<sub>9</sub>: 20 % abono orgánico Municipal

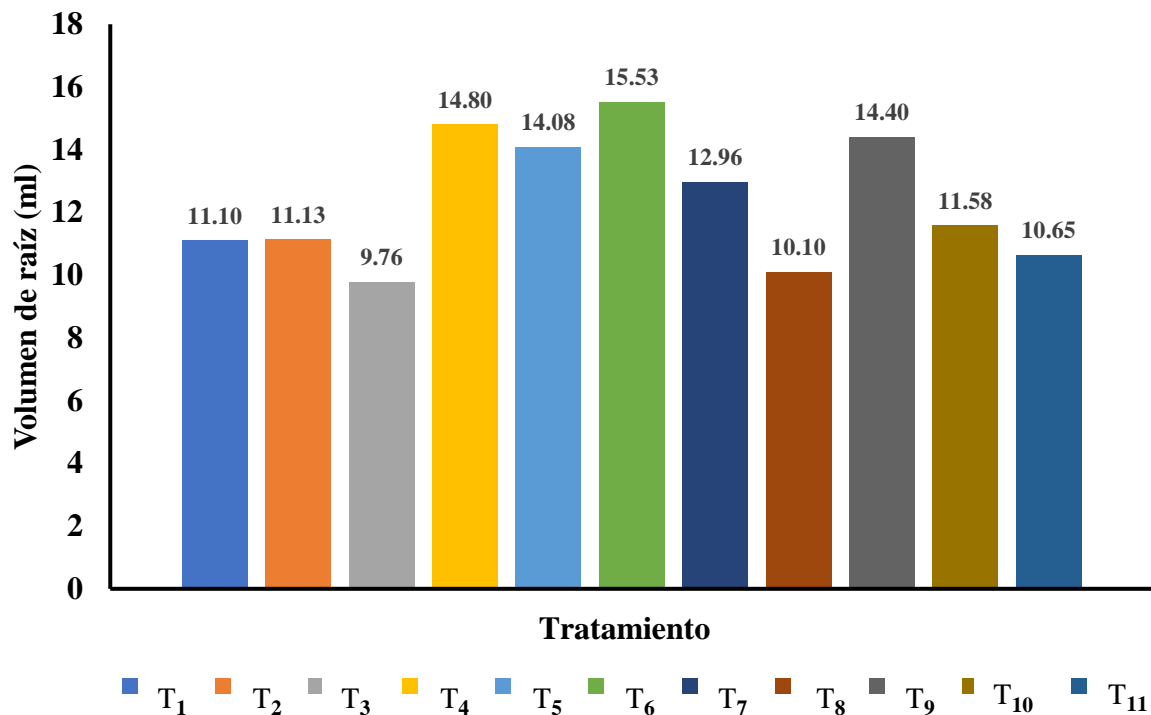
T<sub>10</sub>: 40 % abono orgánico Municipal

T<sub>11</sub>: 60 % abono orgánico Municipal

Al realizar la prueba DGC ( $\alpha = 0,05$ ), para el volumen radicular no se encontró diferencias estadísticas debido a que solo existe un grupo de significancia, es necesario señalar que para este parámetro el P-valor en la prueba de análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) resultó mayor por lo que podemos mencionar que todos los tratamientos son iguales y esto se comprueba al realizar la prueba de DGC.

Almendros (2000), afirma que el exceso de vermiabono promueve condiciones que limitan el desarrollo de la raíz debido al exceso de materia orgánica y a los elevados niveles de nitrógeno en las defecaciones lo que puede afectar a las raíces tanto en su crecimiento como en volumen, esto se puede corroborar en este y trabajo de investigación puesto que en volumen radicular no se reportó diferencias muy probablemente debido a las concentraciones de nutrientes, materia orgánica y nitrógeno como se observa en la (Tabla 10) de análisis del suelo al final del experimento. En adición Aguilar et al., (2016), menciona que proporciones excesivas de abonos a base de estiércoles representan un factor limitante en

cuanto de desarrollo óptimo de la raíz, así mismo señala que la uso de los abonos orgánicos debe ser balanceados ya que constituyen una alternativa sostenible en las en zonas del trópico, por lo que necesita estudios definidos que determinen las dosis adecuadas para los cultivos estudiados teniendo en cuenta la fuente de los abonos y los requerimientos de cada cultivo, lo que se corrobora con el resultado obtenido en este trabajo al obtener el promedio más bajo con el tratamiento T<sub>3</sub> (60% lombricompost) con 9,78 ml.



**Figura 48.** Promedios de volumen radicular en *caffea arábica* por tratamiento.

Leyenda:

T<sub>1</sub>: 20 % lombricompost

T<sub>2</sub>: 40 % lombricompost

T<sub>3</sub>: 60 % lombricompost

T<sub>4</sub>: 20 % abono orgánico BioPalma

T<sub>5</sub>: 40 % abono orgánico BioPalma

T<sub>6</sub>: 60 % abono orgánico BioPalma

T<sub>7</sub>: Testigo

T<sub>8</sub>: Testigo + NPK

T<sub>9</sub>: 20 % abono orgánico Municipal

T<sub>10</sub>: 40 % abono orgánico Municipal

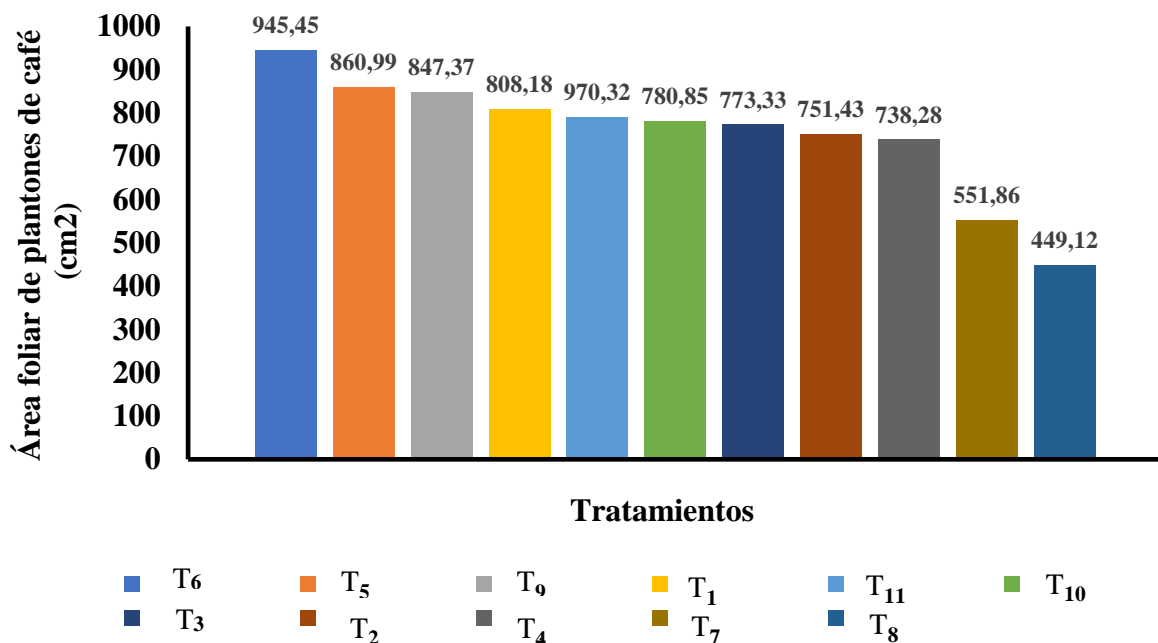
T<sub>11</sub>: 60 % abono orgánico Municipal

En cuanto a la variable área foliar según la prueba de DGC ( $\alpha = 0,05$ ), se encontraron diferencias estadísticas significativas con el tratamiento T<sub>6</sub> (60% abono orgánico BioPalma) que mostró un comportamiento diferente a los demás obteniendo el mejor promedio con 945,45 cm<sup>2</sup>, la prueba de comparación de medias señaló que los tratamientos con mejores resultados estadísticamente fueron el T<sub>5</sub>, T<sub>9</sub> y T<sub>1</sub> con promedios de 860,99 cm<sup>2</sup>, 847,37 cm<sup>2</sup> y 808,18 cm<sup>2</sup> respectivamente, mientras que el promedio más bajo en área foliar se obtuvo con el T<sub>8</sub> con 449,12 cm<sup>2</sup>, esto puede deberse a que los niveles de abono orgánico usados presentan contenidos de nitrógeno óptimos para el desarrollo foliar de la planta.

En la (Tabla 10) se puede observar que los tratamientos T<sub>6</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>9</sub> y T<sub>1</sub> contienen cantidades de nitrógeno relativamente bajas en comparación al resto, esto influye en la formación de hojas debido a que el nitrógeno en cantidades no muy elevadas a edades tempranas favorece la formación de hojas nuevas e intervienen en la aceleración del crecimiento. Esto concuerda con los resultados obtenidos por los autores mencionados a continuación

Aguilar, et al., (2016) argumenta que los abonos orgánicos aportan gran cantidad de nutrientes especialmente el nitrógeno, el cual está relacionado con el crecimiento vegetativo, ayudando a incrementar la actividad fotosintética de la planta cuando produce más hojas. Así mismo, sostiene que el exceso de nutrientes aportados por los abonos orgánicos resulta perjudicial en el desarrollo de las hojas.

En adición Álvarez et al., (2010), manifiestan que a nivel de campo las cantidades elevadas de abonos orgánicos pueden prolongar el desarrollo de los cultivos en producción, atrasando la madurez fisiológica debido a que el nutrimento que otorga vigor y abundancia de hojas es el nitrógeno; por otro lado, esto podría ser un factor limitante en el crecimiento de hojas en la fase de vivero debido a que puede limitar el crecimiento de las plántulas.



**Figura 49.** Promedios de área foliar *caffea arábica* por tratamiento.

Leyenda:

T<sub>1</sub>: 20 % lombricompost

T<sub>2</sub>: 40 % lombricompost

T<sub>3</sub>: 60 % lombricompost

T<sub>4</sub>: 20 % abono orgánico BioPalma

T<sub>5</sub>: 40 % abono orgánico BioPalma

T<sub>6</sub>: 60 % abono orgánico BioPalma

T<sub>7</sub>: Testigo

T<sub>8</sub>: Testigo + NPK

T<sub>9</sub>: 20 % abono orgánico Municipal

T<sub>10</sub>: 40 % abono orgánico Municipal

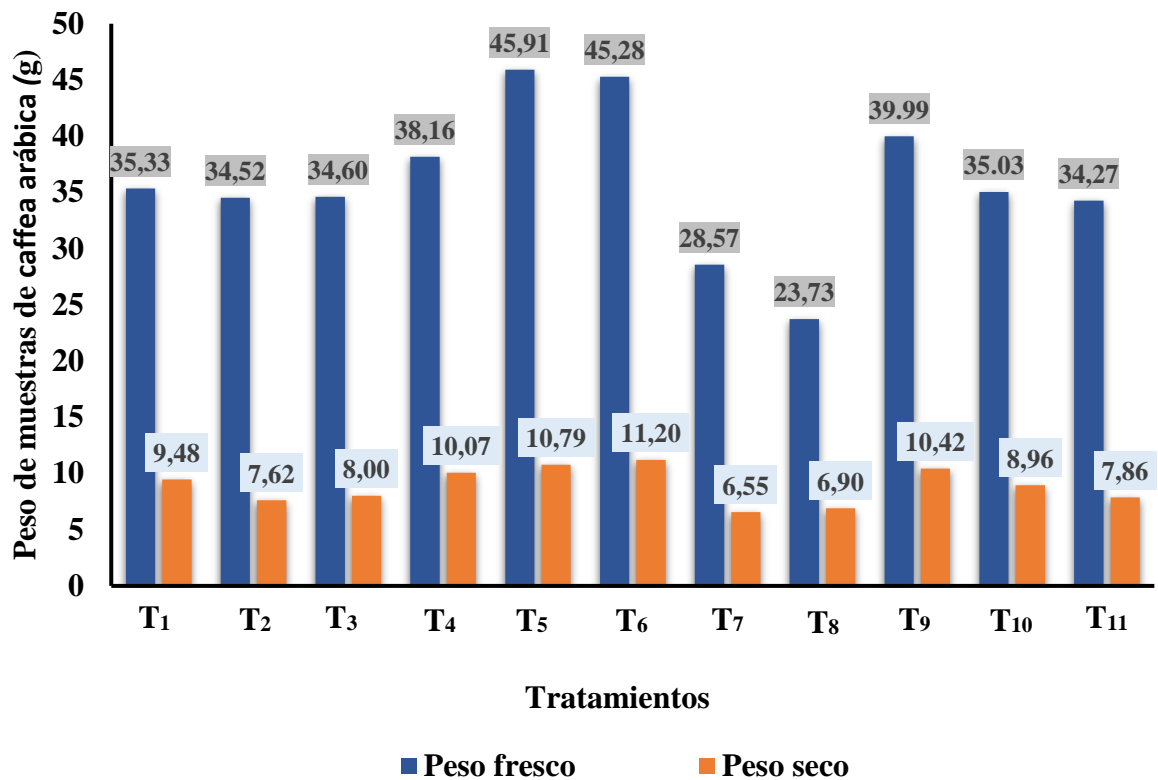
T<sub>11</sub>: 60 % abono orgánico Municipal

Como se observa en la prueba DGC ( $\alpha = 0,05$ ), se encontró diferencias estadísticas significativas, siendo para peso fresco los tratamientos T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub> con promedios de 45,51 g y 45,25 g respectivamente por lo que son estadísticamente superiores del resto, los tratamientos T<sub>7</sub> y T<sub>8</sub> conforman el mismo grupo de significancia, estos obtuvieron los promedios más bajo con 28,57g y 23,73g respectivamente, en cuanto a la variable peso seco el T<sub>6</sub> con 11,20g y T<sub>5</sub>, T<sub>9</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>10</sub> presentan los mejores promedios y pertenecen al mismo grupo de significancia por lo que presentan diferencias estadísticas significativas respecto al resto de los niveles de abono orgánico pero son similares entre sí, el T<sub>7</sub> es el que obtuvo menor promedio para este parámetro con 6,55 g.

Arrieche y Mora (2005), sostienen que la incorporación de materia orgánica obtenidas de fuentes vegetales y animales incrementan las concentraciones de nutrimentos en el suelo por lo que mejora el crecimiento vegetativo de las plantas y por consiguiente estas obtienen un mayor peso, estos resultados contrastan con lo obtenido en la investigación ya que todos los tratamientos a base de abono orgánico resultaron con promedios mayores frente al testigo T<sub>7</sub> (suelo agrícola), esto debido a que posee mayor contenido de macro y micronutrientes tal como se puede apreciar en la (Tabla 10) de análisis físico y químico del suelo.

La M.O tiene influencia en el cambio de las características químicas, físicas y biológicas y en la salud general de los suelos, su descomposición afecta la estructura, porosidad, almacenamiento de agua y disponibilidad de nutrientes mediante el proceso de mineralización (FAO, 2015).

Valcab (2012) en su trabajo Historia del abono orgánico, indica que la los abonos orgánicos resultante contiene nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio y hierro necesarios para los procesos fisiológicos de crecimiento. En adición Aguilar, et al., (2016) mencionan que una proporción desbalanceada con niveles altos de abono orgánico a nivel de vivero en plántones de café presentan menor peso de la planta.



**Figura 50.** Promedios de peso fresco y seco *cafeea arábica* por tratamiento.

Leyenda:

T<sub>1</sub>: 20 % lombricompost

T<sub>2</sub>: 40 % lombricompost

T<sub>3</sub>: 60 % lombricompost

T<sub>4</sub>: 20 % abono orgánico BioPalma

T<sub>5</sub>: 40 % abono orgánico BioPalma

T<sub>6</sub>: 60 % abono orgánico BioPalma

T<sub>7</sub>: Testigo

T<sub>8</sub>: Testigo + NPK

T<sub>9</sub>: 20 % abono orgánico Municipal

T<sub>10</sub>: 40 % abono orgánico Municipal

T<sub>11</sub>: 60 % abono orgánico Municipal

#### 4.6. Efecto de los niveles de abono orgánico sobre la variable contenido de clorofila

**Tabla 21.** Análisis de variancia ( $\alpha = 0,05$ ) del contenido de clorofila en hojas de café por efecto de los abonos orgánicos.

Fuente de Variación	GL	Clorofilog (CFL-1030) Cfla Total		SPAD-502 Clorofila Total		Clorofila A+B con Etanol 90%		Clorofila A+B con Acetona 80%	
		CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor
Tratamiento	10	45.33	0.2260	20.71	0.3652	74.54	0.128	10.95	0.4093
Error	33	32.52		18.20		44.41		10.20	
Total	43								
C.V.		7.13		6.81		39.75		16.50	
R <sup>2</sup>		0.30		0.26		0.34		0.25	

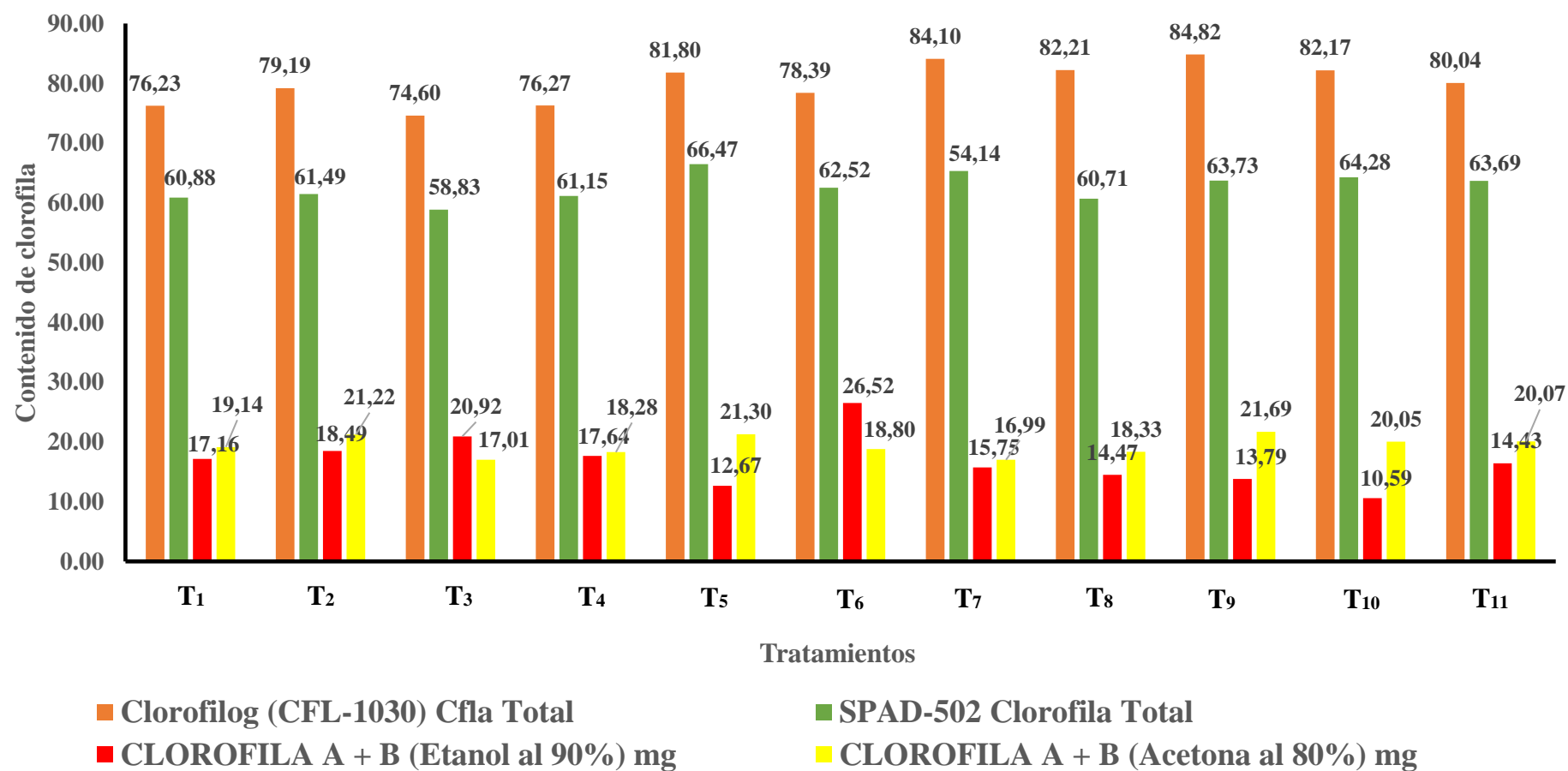
Al ejecutar el ANVA ( $\alpha = 0,05$ ) para los métodos de contenido de clorofila con métodos no destructivos como lo son utilizando los medidores electrónicos de clorofila Clorofilog CFL -1030 y SPAD - 502, así como también para los métodos destructivos utilizando etanol y acetona, el P-valor superan al nivel ( $\alpha = 0,05$ ) por lo tanto se entiende que todos los tratamientos son estadísticamente iguales en cuanto al efecto que tienen estos sobre

el contenido de clorofila, por lo tanto se rechaza la hipótesis alternante. Así mismo no se ve necesario proceder con el desarrollo de la prueba de DGC.

Respecto al coeficiente de variabilidad de los parámetros de evaluación se obtuvo para, Clorofilog (CFL-1030) Cfla Total tuvo un C.V de 7,13 % lo que indica que se encuentra dentro de un rango bajo de variación, SPAD-502 Clorofila Total obtuvo un C.V de 6,81 % lo que indica que se encuentra dentro de un rango bajo de variación, para el contenido de Clorofila A + B con Etanol al 90% resultó con un C.V de 39,75 % lo que indica que se encuentra dentro de un rango alto de variación y para el contenido de Clorofila A + B con Acetona al 80% se obtuvo un C.V de 16,50% lo que indica que se encuentra dentro de un rango medio de variación; así como lo indica Pimentel (1985), citado por Gordón y Camargo (2015), el CV es bajo cuando es inferior al 10%, mientras que entre 10 y 20 % se consideran medios.

Para los valores de  $R^2$  se obtuvieron valores cercanos a 0 por lo que la dependencia del parámetro estudiado respecto a los tratamientos es baja y la mayor dependencia es de otros factores. Por lo tanto para, Clorofilog (CFL-1030) Cfla Total el  $R^2$  es de 0,30 % lo que indica que el parámetro estudiado depende un 30% de los tratamientos y el 70 % de otros factores, Clorofila Total (SPAD – 502) el  $R^2$  fue de 0,26 % por lo tanto el contenido de clorofila depende un 26% de los tratamientos y el 74 % de otros factores. En cuanto a los métodos destructivos tenemos que para el contenido de Clorofila A+B con Etanol al 90% el  $R^2$  es de 0,34 % lo que supone una dependencia del 34% de los tratamientos y el 66% de otros factores, para el contenido de Clorofila A+B con Acetona al 80% el  $R^2$  es de 0,25% esto indica que existe una dependencia de 25% de los tratamientos y el 75 % de otros factores. Según Di Rienzo et al. (2008), el coeficiente de determinación oscila entre 0 y 1, y cuanto más cerca sea la unidad, más dependiente será lo que se quiere mostrar.

Los valores obtenidos en el contenido de clorofila (figura 51) corresponden a las unidades de medición de cada medidor electrónico de clorofila, para el modelo Falker CFL-1030 las unidades de medición son ICF ( índice de clorofila falker) que van de 0 a 100 ICF y el modelo SPAD-502 mide en “unidades SPAD” que van en el rango de -9,9 a 199,9 unidades SPAD, es por ello que estos medidores muestran valores mayores a los obtenidos con los métodos de extracción de clorofila con solventes como acetona y etanol cuyas unidades de medición son en miligramos de clorofila.



**Figura 51.** Incremento del contenido de clorofila en *caffea arábica* por tratamiento en estudio.

Leyenda:

T<sub>1</sub>: 20 % lombricompost

T<sub>2</sub>: 40 % lombricompost

T<sub>3</sub>: 60 % lombricompost

T<sub>4</sub>: 20 % abono orgánico BioPalma

T<sub>5</sub>: 40 % abono orgánico BioPalma

T<sub>6</sub>: 60 % abono orgánico BioPalm

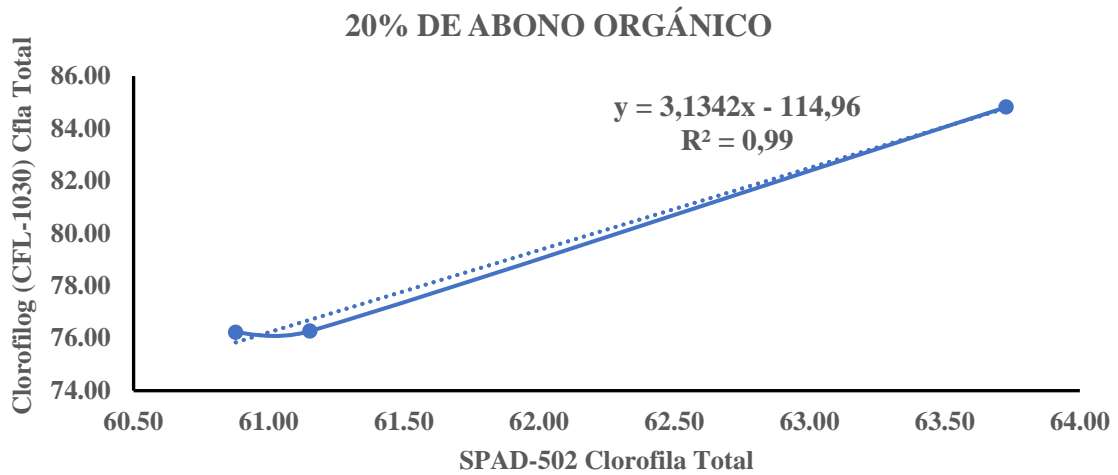
T<sub>7</sub>: Testigo

T<sub>8</sub>: Testigo + NPK

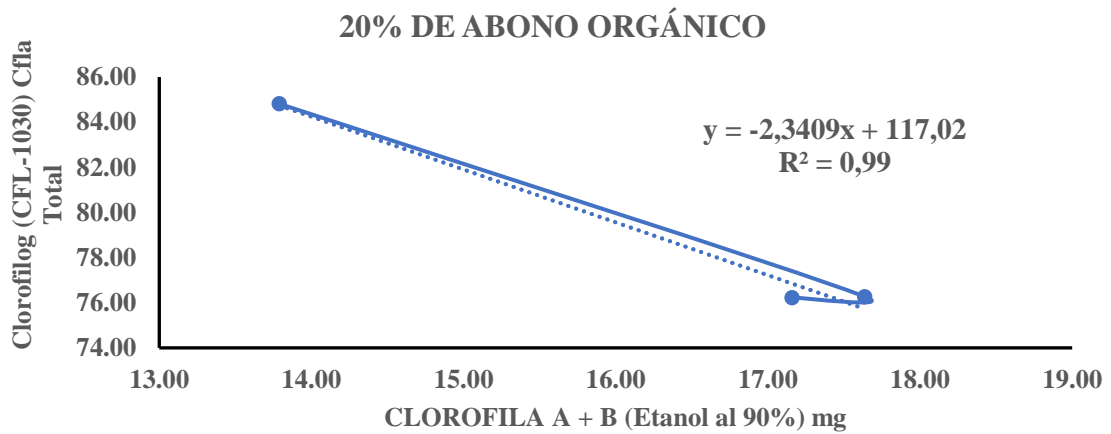
T<sub>9</sub>: 20 % abono orgánico Municipal

T<sub>10</sub>: 40 % abono orgánico Municipal

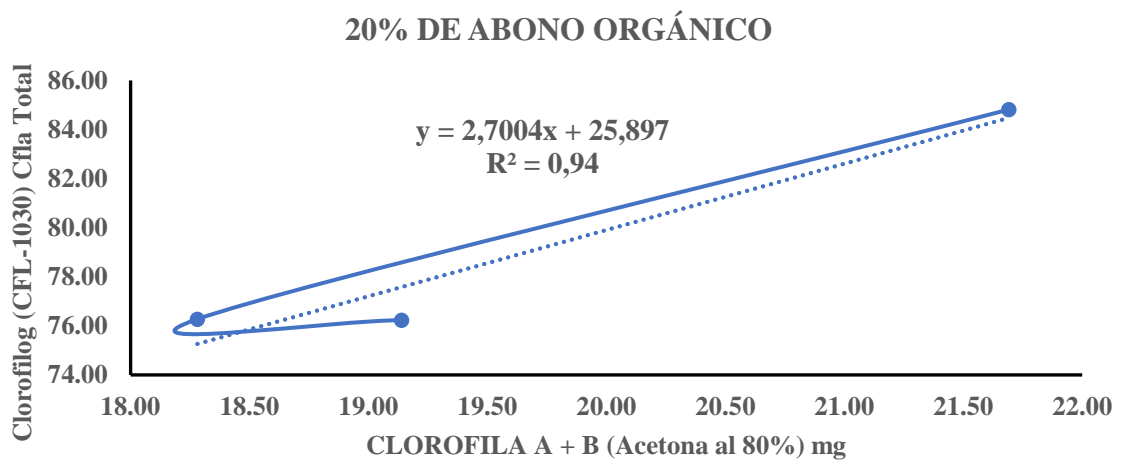
T<sub>11</sub>: 60 % abono orgánico Municipal



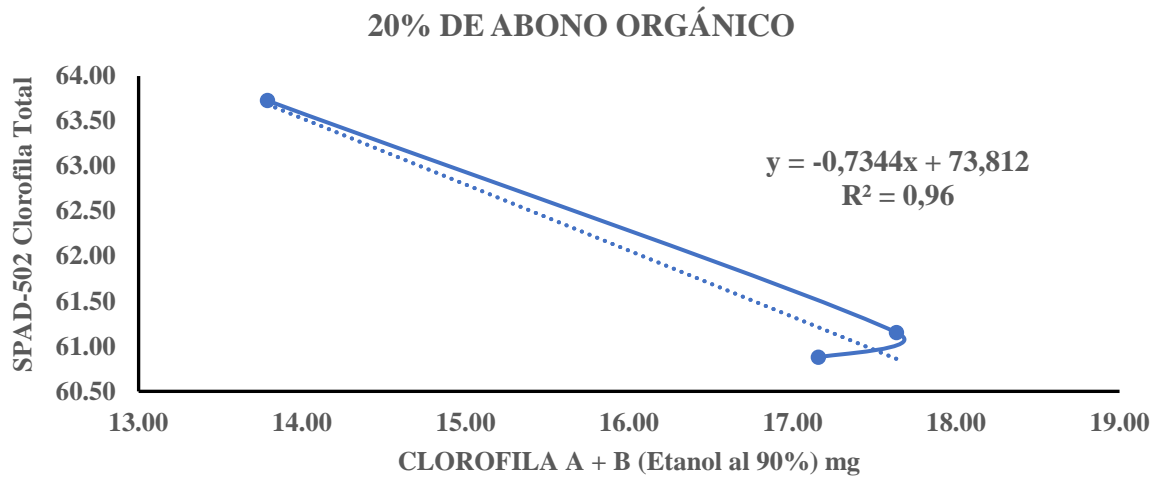
**Figura 52.** Índice de clorofila falker vs valores SPAD con 20% de abono.



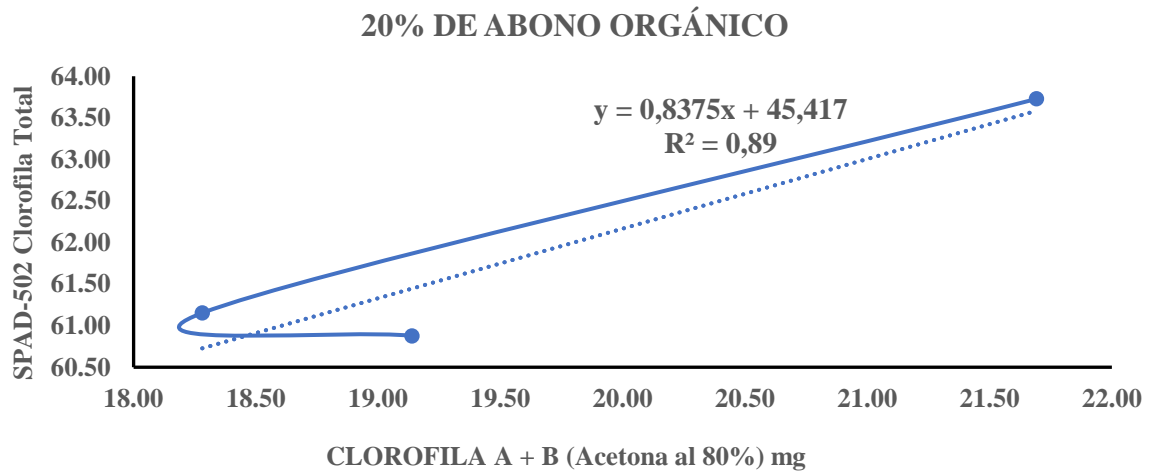
**Figura 53.** Índice de clorofila falker vs clorofila A + B (Etanol al 90%) mg con 20% de abono.



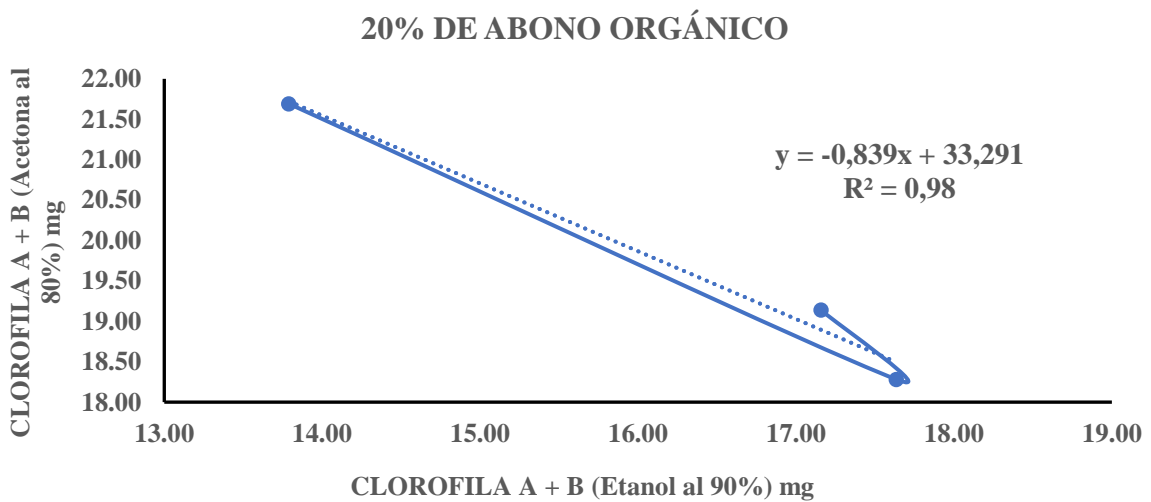
**Figura 54.** Índice de clorofila falker vs clorofila A + B (Acetona al 80%) mg con 20% de abono.



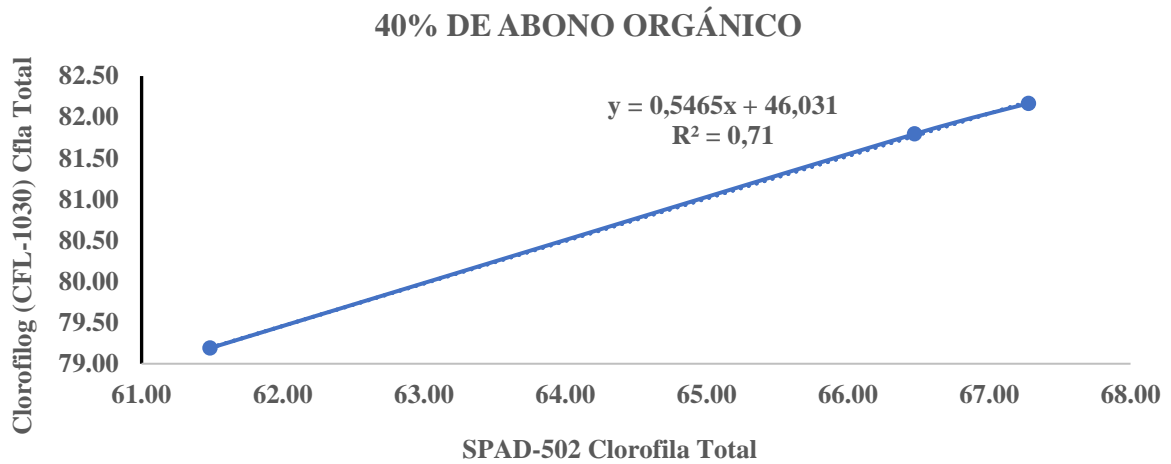
**Figura 55.** Valores SPAD vs clorofila A + B (Etanol al 90%) mg con 20 % de abono.



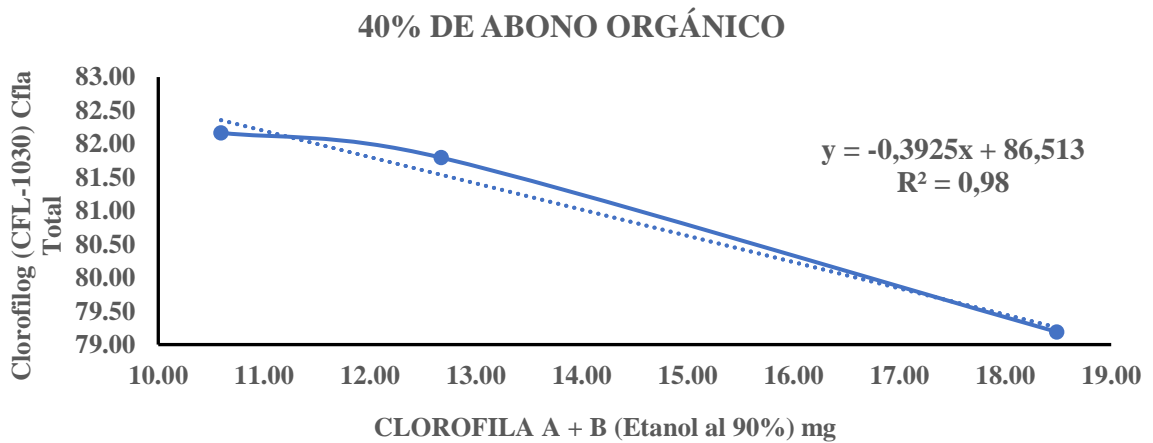
**Figura 56.** Valores SPAD vs clorofila A + B (Acetona al 80%) mg con 20% de abono.



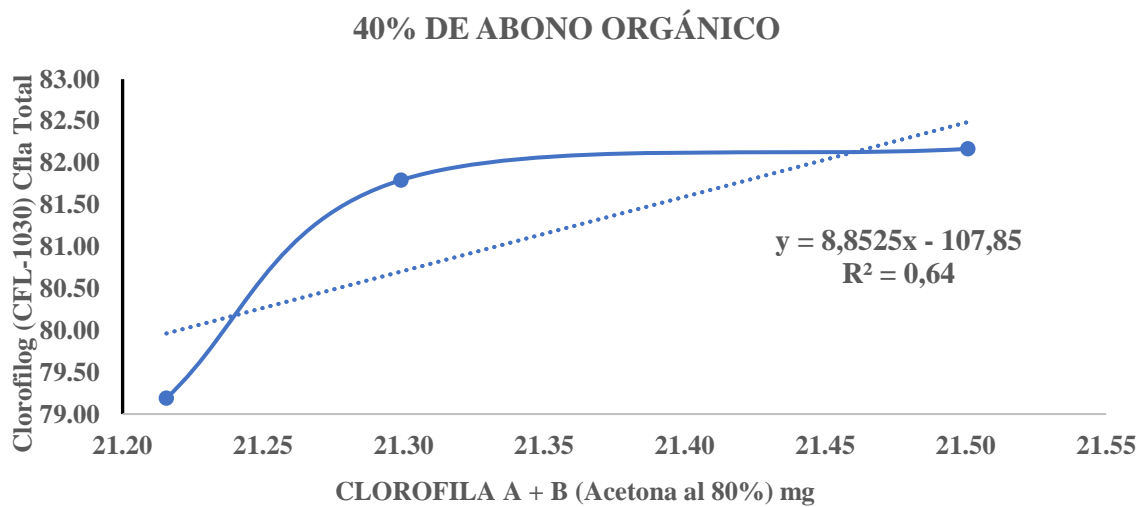
**Figura 57.** Clorofila A + B (Acetona al 80%) mg vs clorofila A + B (Etanol al 90%) mg con 20% de abono.



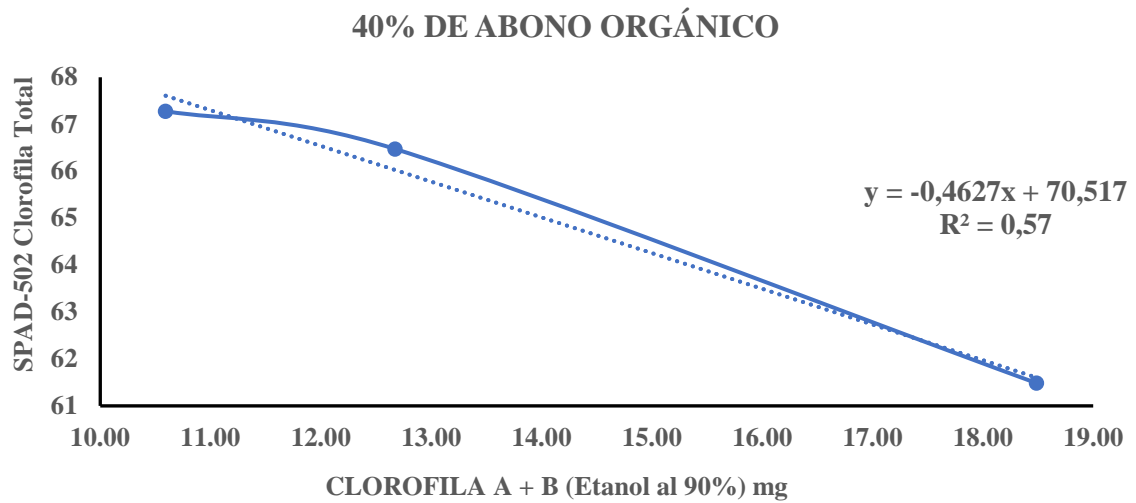
**Figura 58.** Índice de clorofila falker vs valores SPAD con 40% de abono.



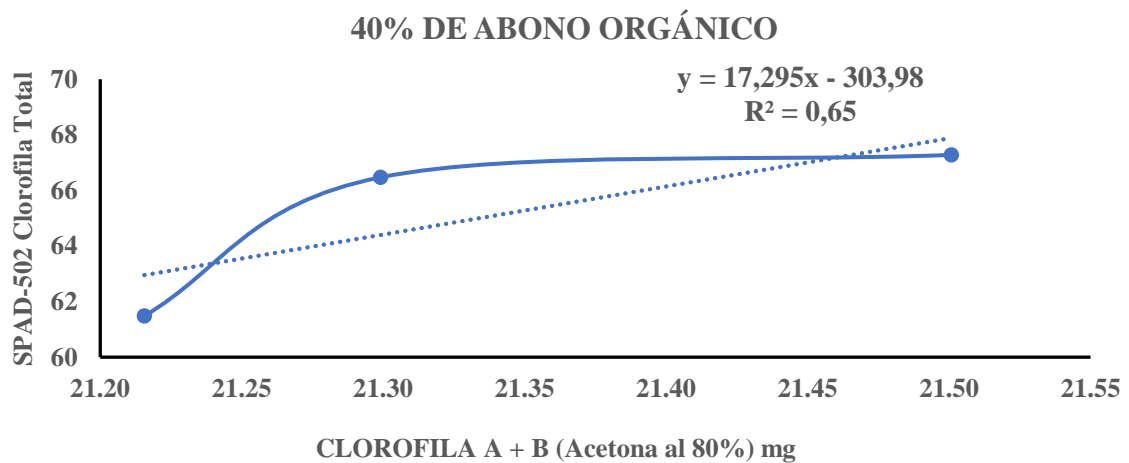
**Figura 59.** Índice de clorofila falker vs clorofila A + B (Etanol al 90%) mg con 40% de abono.



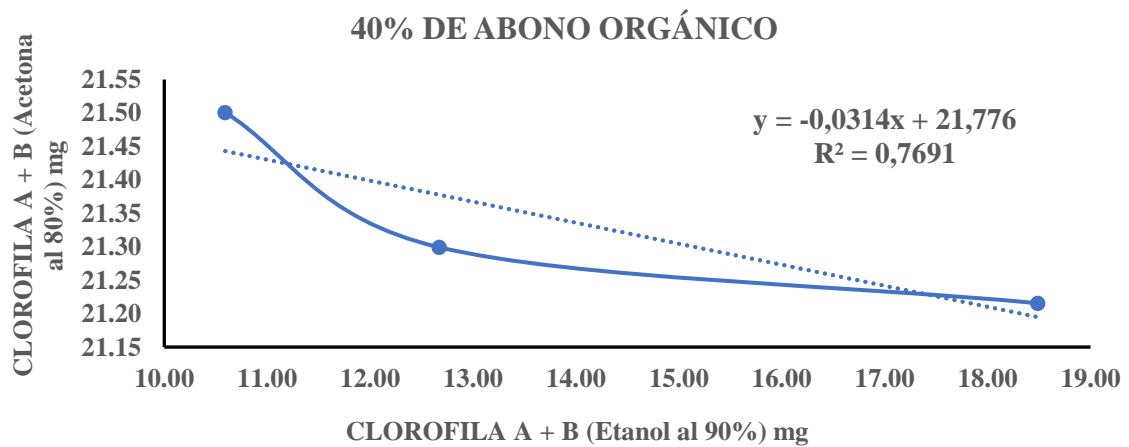
**Figura 60.** Índice de clorofila falker vs clorofila A + B (Acetona al 80%) mg con 40% de abono.



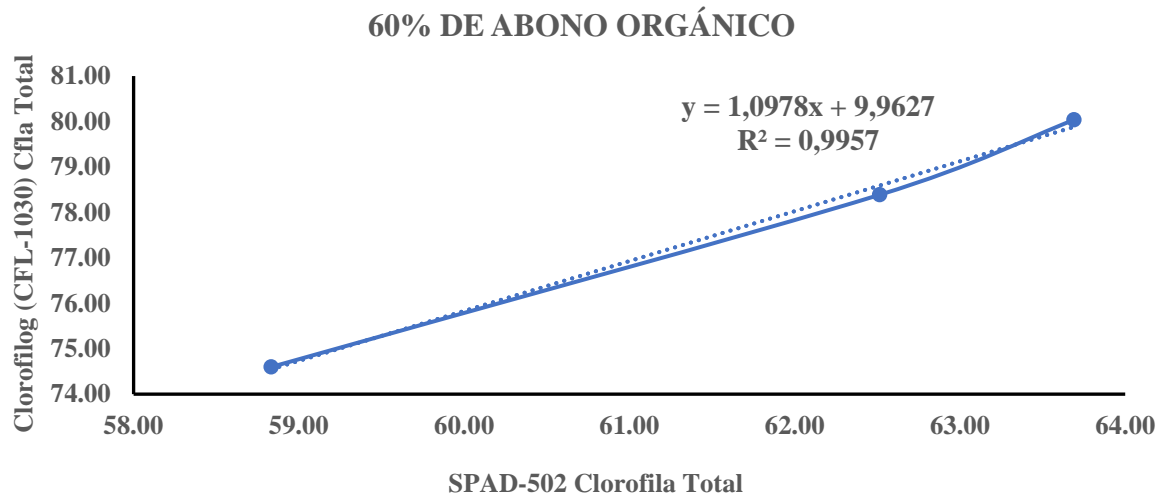
**Figura 61.** Valores SPAD vs clorofila A + B (Etanol al 90%) mg con 40% de abono.



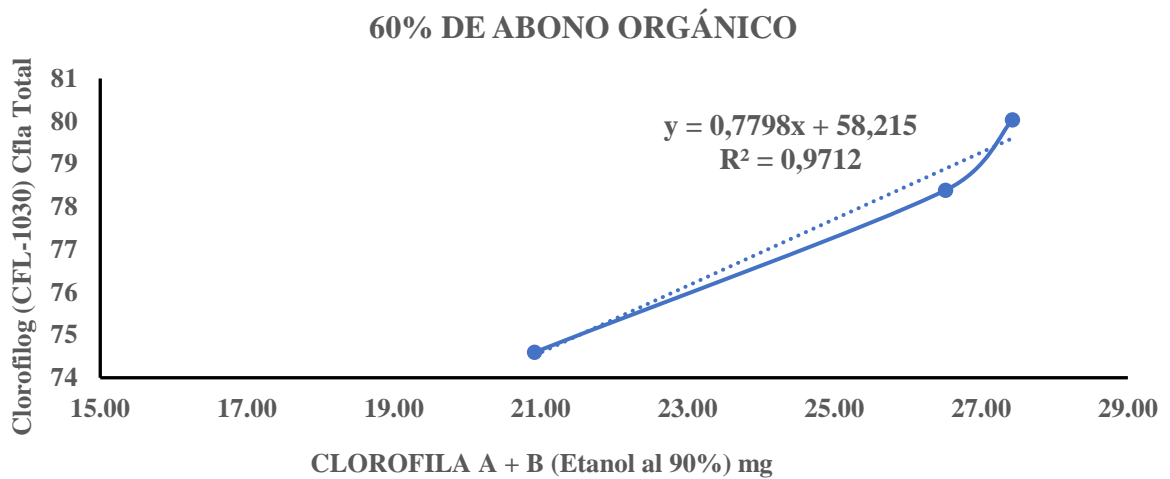
**Figura 62.** Valores SPAD vs clorofila A + B (Acetona al 80%) mg con 40% de abono.



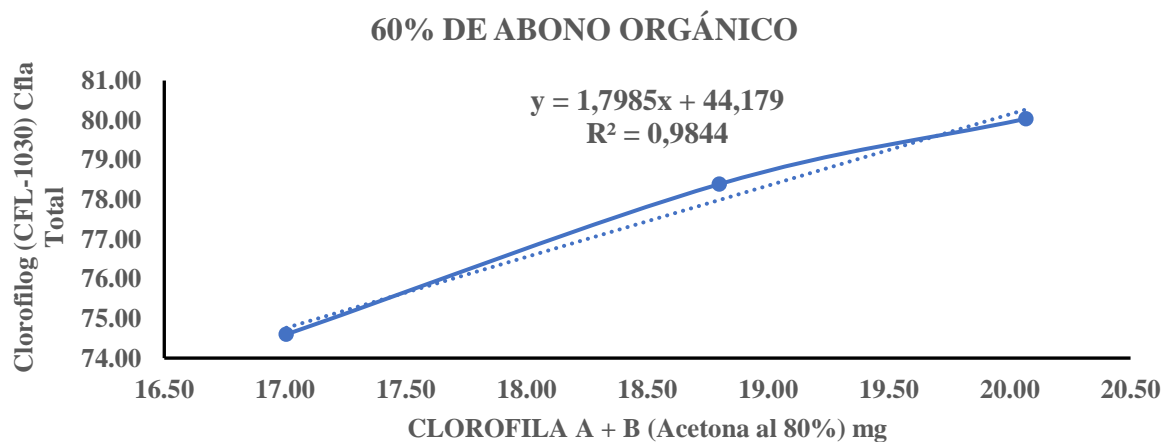
**Figura 63.** Clorofila A + B (Acetona al 80%) mg vs clorofila A + B (Etanol al 90%) mg con 40% de abono.



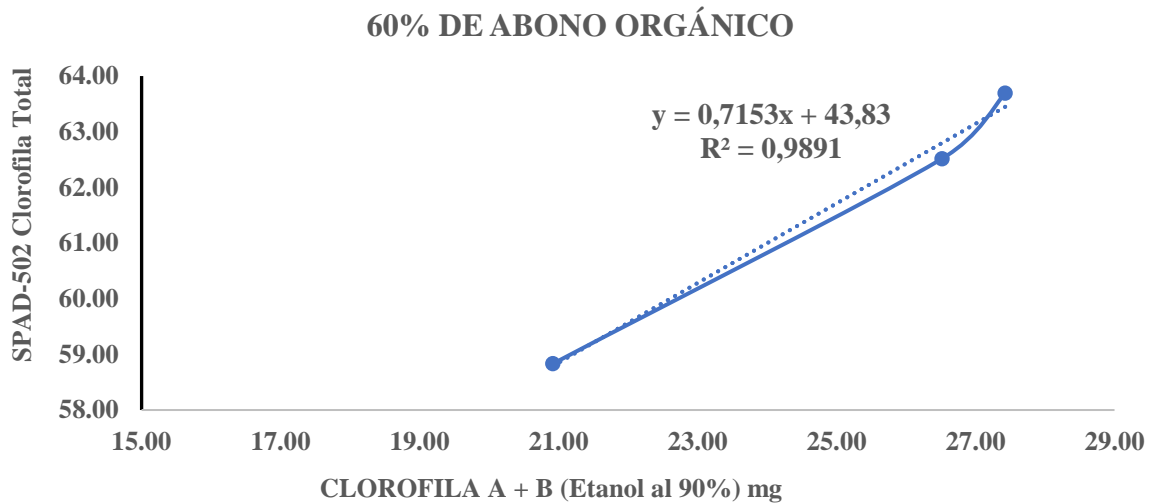
**Figura 64.** Índice de clorofila falker vs valores SPAD con 60 % de abono.



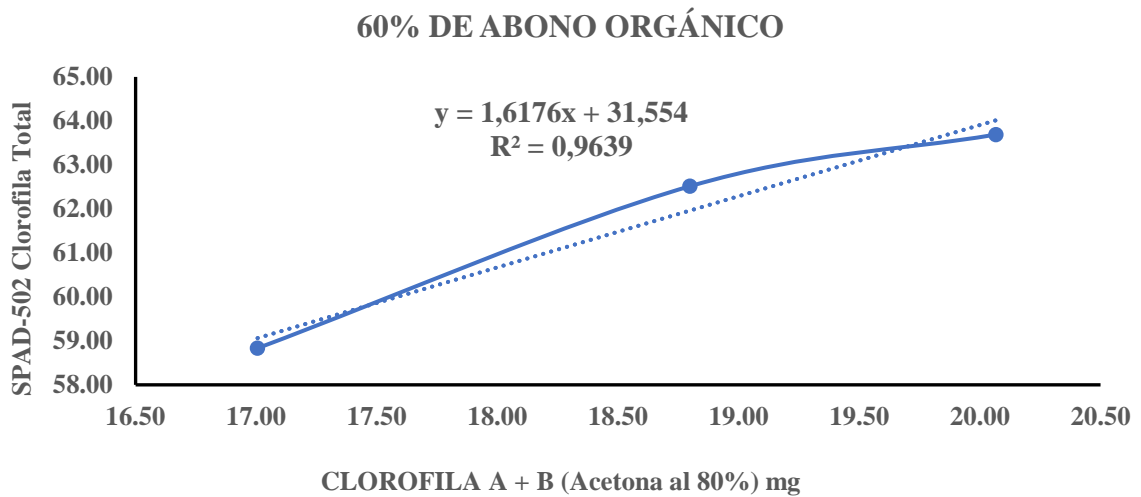
**Figura 65.** Índice de clorofila falker vs clorofila A + B (Etanol al 90 %) mg con 60 % de abono.



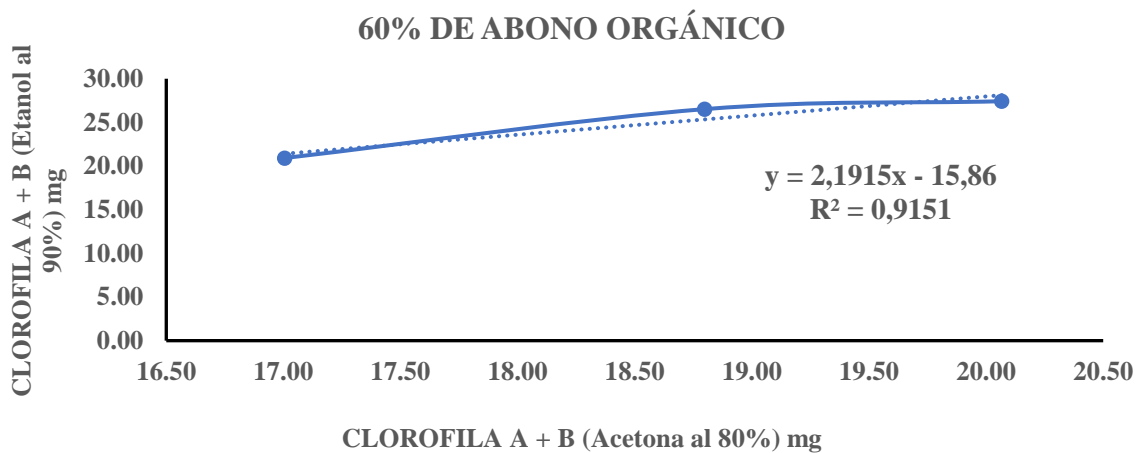
**Figura 66.** Índice de clorofila falker vs clorofila A + B (Acetona al 80 %) mg con 60% de abono.



**Figura 67.** Valores SPAD vs clorofila A + B (Etanol al 90%) mg con 60% de abono.



**Figura 68.** Valores SPAD vs clorofila A + B (Acetona al 80%) mg con 60% de abono.



**Figura 69.** Clorofila A + B (Acetona al 80%) mg vs clorofila A + B (Etanol al 90%) mg con 60% de abono.

Al observar los valores en la figura 51 los índices de clorofila falker (ICF), van desde 74,60 mg/m<sup>2</sup> con el T<sub>3</sub> y 84,82 mg/m<sup>2</sup> con el T<sub>9</sub>, lo que indica que los índices de clorofila son altos puesto que el equipo posee una escala de medición de 0 a 100 ICF lo que indica que a cuanto más se acerque la medición a 100 (valor máximo), mayor será el contenido de clorofila y esto se puede corroborar con los datos obtenidos en el resultado de análisis del suelo al inicio y final del experimento (Tabla 10) que muestran niveles altos de nitrógeno.

El nitrógeno es esencial para la síntesis de aminoácidos y otros componentes esenciales como enzimas, ácidos nucleicos y clorofila. (Orozco, 1999) citado por Diaz (2014)

En adición, Díaz (2002) en su trabajo medidores de clorofila, usos y potenciales realizado en Chile, ha mencionado que el nitrógeno es un componente estructural de la clorofila, que es el pigmento principal que da color verde a las plantas y también la encargada de absorber la energía luminosa indispensable para iniciar la fotosíntesis. Por lo tanto, el contenido de clorofila en las hojas y la concentración de nitrógeno están estrechamente relacionados.

De acuerdo con Ciganda et al. (2008), Dado que la clorofila está directamente relacionada con la fotosíntesis, el contenido de clorofila determina la biomasa de los cultivos. De tal manera, el contenido de clorofila está correlacionado con el rendimiento y la calidad de las cosechas.

Los índices del dispositivo analizador planta del suelo (SPAD) obtenidos fueron para el T<sub>3</sub> = 58,83 SPAD y para el T<sub>5</sub> = 66,74 SPAD, estos valores representan un alto contenido de clorofila en la hoja estudiada debido a concentración de nitrógeno aportado por el abono orgánico utilizados en el trabajo de investigación. Los altos niveles de clorofila están relacionados con el color verde de las hojas, por lo que a mayor cantidad de clorofila presente la tonalidad de verde será más acentuada. Franca et al., (2007), manifiesta que las lecturas de SPAD observadas en hojas de café con tonalidades verde-claro registran valores entre 25 y 40 unidades, hojas verdes entre 40 y 55 unidades y con tonalidades de verde oscuro lecturas entre 55 y 70 unidades.

Reis et al., (2006), ha mencionado que, al aplicar dosis más altas de N, la concentración de N foliar y las lecturas de SPAD en el cultivo de café revelaron correlaciones significativas ( $r = 0,94$ ), con una lectura mínima de 43,85 y un máximo de 61,95 unidades SPAD. En adición Torres et al., (2005), sostiene que el equipo portátil SPAD 502 se puede usar para analizar el nitrógeno total y los pigmentos fotosintéticos de las plantas de café. Además, puede ayudar a comprender el proceso fotoquímico en este cultivo.

Los valores de contenido de clorofila obtenidos por determinación mediante el uso de espectrofotómetro UV-Visible mediante la utilización de etanol y Acetona al 80 %, se puede observar que con etanol la cantidad más alta se obtiene con el  $T_6 = 26,52$  mg y el valor más bajo con el  $T_{10} = 10,59$  mg, en la extracción con acetona al 80 % el tratamiento con el más alto contenido de clorofila fue el  $T_9 = 21,69$  mg y el de menos contenido de clorofila fue el  $T_7 = 16,99$  mg, los tratamientos con más contenido de clorofila resultaron ser el  $T_2$ ,  $T_5$  y el  $T_9$  que fueron los tratamientos con 40 % de abono orgánico. El análisis de varianza mostro que no existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio respecto al contenido de clorofila obtenido con la concentración de acetona, así como también para la concentración de etanol.

Durante el desarrollo del trabajo se pudo apreciar que la tonalidad de las coloraciones de las hojas eran variables en los tratamientos  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$  durante los primeros meses las hojas de café eran más amarillentas que el resto, al finalizar el experimento en la determinación de clorofila no presentaron valores con diferencias estadísticas significativas en el contenido de clorofila según el cuadro de ANVA debido a que los dos últimos meses estas coloraciones fueron siendo más verdes. Mathews et al., (2013), sostiene que la intensa coloración verde de las hojas no está relacionada con la cantidad de clorofila, ya que las hojas tienen otros pigmentos como ficobilinas, carotenoides y antocianinas que ayudan a la clorofila a absorber la luz.

Como ya se mencionó que en el cuadro de ANVA no se obtuvieron diferencias estadísticas en la obtención de clorofila con los solventes, se puede utilizar cualquier solvente para la obtención de este pigmento ya que se logró concentraciones similares tal como lo corrobora Romero y Echevarría (1988), concluye que al no existir diferencias estadísticas significativas en la extracción de clorofila con los dos métodos mediante etanol y acetona se puede escoger cualquiera de los solventes.

#### 4.7. Efecto de los niveles de materia orgánica sobre la variable respiración en el suelo

**Tabla 22.** Análisis de varianza (ANVA  $\alpha = 0,05$ ) para respiración en el suelo en mg CO<sub>2</sub> por efecto de los tratamientos.

Fuente de Variación	GL	Día 3 (mg CO <sub>2</sub> )		Día 7 (mg CO <sub>2</sub> )		Día 14 (mg CO <sub>2</sub> )		Día 21 (mg CO <sub>2</sub> )		Día 35 (mg CO <sub>2</sub> )	
		CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor	CM	P-valor
Tratamiento	10	5620,68	sd	1003,29	sd	416,02	sd	260,76	sd	161,87	sd
Error	0	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
Total	10										
C.V.		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
R <sup>2</sup>		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00	

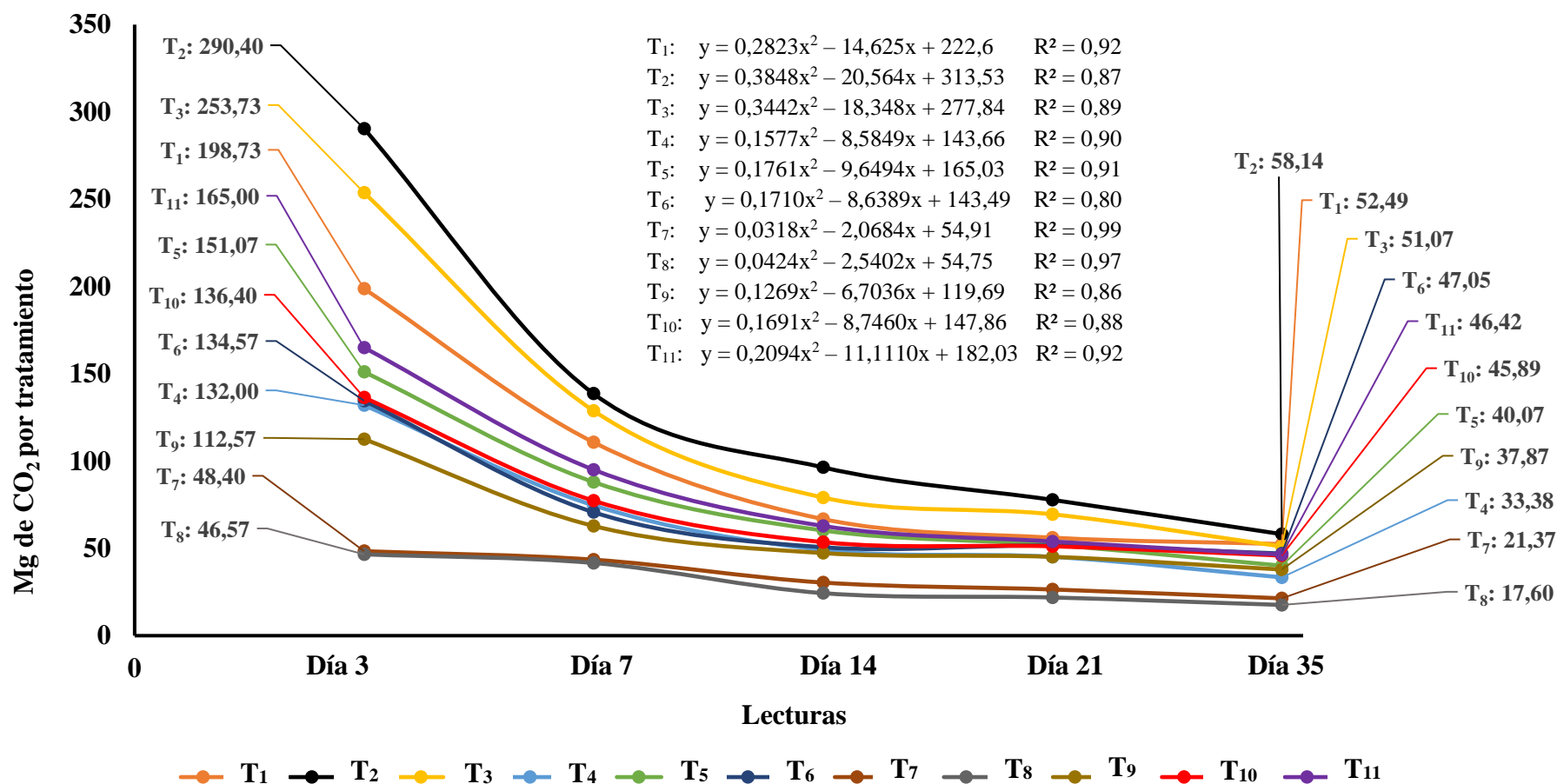
En el cuadro de ANVA como resultado un p-valor mayor al nivel de  $\alpha= 0,05$ ) por lo tanto todos los tratamientos tienen el mismo resultado para la prueba de Respiración en el suelo durante los periodos de evaluación, esto puede deberse a que el suelo obtenido es proveniente de una zona con abundante vegetación por lo que en contenido de materia orgánica el valor mínimo lo tiene el T<sub>7</sub> igual a 2,68%, el valor más alto lo tiene el T<sub>11</sub> igual a 7,89% como se observa en la (Tabla 10) del análisis de suelo al final del experimento.

Como se sabe, uno de los beneficios de la materia orgánica es mejorar las características físicas, químicas y biológicas lo cual corroborado en este trabajo de investigación mediante la prueba de respiración el cual es un indicador de la actividad de los agentes biológicos, debido a que un subproducto de la actividad microbiana es la emisión de CO<sub>2</sub> producto de la respiración el mismo que se usa como indicador de la emisión en mg de CO<sub>2</sub>.

La respiración metabólica de los organismos asociados con detritus orgánico es el proceso mediante el cual se libera carbono en forma de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. De esta manera, la respiración heterotrófica, junto con otros procesos como la humificación y la fragmentación del detritus, contribuye a la descomposición. (Carmona et al., 2006)

Las altas tasas de emisión de CO<sub>2</sub> iniciales, indicarían la presencia de carbono disponible en los sustratos orgánicos provenientes de compuestos que se degradan con facilidad (Santibáñez et al., 2006), estos datos contrastan con nuestros resultados obtenidos, ya que a medida que los días avanzaban debido a que la actividad microbiana disminuyó, reduciendo la tasa de respiración.

La tasa de liberación de CO<sub>2</sub> se puede utilizar para determinar la mineralización. Se inicia una etapa muy activa con la liberación de materiales orgánicos lábiles (azúcares, aminoazúcares, aminoácidos y ácidos orgánicos), seguida de una etapa en la que disminuye la actividad biológica, quedando solo materiales recalcitrantes. (Acosta, 2006).



**Figura 70.** Prolongación de Respiración en el suelo por tratamiento del experimento.

Leyenda:

T<sub>1</sub>: 20 % lombricompost

T<sub>2</sub>: 40 % lombricompost

T<sub>3</sub>: 60 % lombricompost

T<sub>4</sub>: 20 % abono orgánico BioPalma

T<sub>5</sub>: 40 % abono orgánico BioPalma

T<sub>6</sub>: 60 % abono orgánico BioPalma

T<sub>7</sub>: Testigo

T<sub>8</sub>: Testigo + NPK

T<sub>9</sub>: 20 % abono orgánico Municipal

T<sub>10</sub>: 40 % abono orgánico Municipal

T<sub>11</sub>: 60 % abono orgánico Municipal

#### 4.9. Análisis de rentabilidad por hectárea

En la tabla 23 muestra cómo se obtuvo el índice de rentabilidad dividiendo la utilidad (S/.) entre el costo de producción (S/.) para cada uno de los tratamientos en estudio y consiste en determinar los costos relacionados en la producción de los plántones de café, para esto se consideró los siguientes precios de venta 0,50; 0,60; 0,80; 1,00 y 1,20 soles. Esto significa que el tratamiento T<sub>11</sub> (60% abono orgánico Municipal) tiene mayor valor de índice de rentabilidad con S/0,89 y una relación beneficio costo de S/1,89 y su utilidad neta fue de S/ 2825,0 el segundo tratamiento que mostro mejor respuesta en el índice de rentabilidad fue el T<sub>10</sub> (40% abono orgánico Municipal) con I.R. de S/0,87 y una relación beneficio costo de S/1,87 y una utilidad neta de S/ 2325,0, así mismo se observa que los tratamientos T<sub>9</sub> (20% abono orgánico Municipal) obtuvo un I.R de S/0,84 soles, una relación B/C de S/1,84. por otro lado, podemos apreciar que los I.R más bajos son los tratamientos T<sub>3</sub> (60% lombricompost) con un I.R de S/0,28 soles y una relación beneficio costo de S/1,28 con una utilidad neta de S/1,325 el T<sub>2</sub> (40% lombricompost) con un I.R de S/0,36 y una relación beneficio costo de S/1,36.

Con estos datos podemos concluir que para los tratamientos con mejor índice de rentabilidad por cada sol invertido se obtendrá un retorno del capital invertido y una ganancia de 0,89; 0,87; y 0,84 soles para los tratamientos T<sub>11</sub>, T<sub>10</sub> y T<sub>9</sub> respectivamente todos comprendidos por los sustratos a base de abono orgánico Municipal.

Para los tratamientos con menor índice de rentabilidad comprendidos por el T<sub>3</sub>, T<sub>2</sub> a base de lombricompost y el T<sub>6</sub> a base de compost BioPalma se obtiene un retorno de 0,28 y 0,36 soles y para el T<sub>6</sub> 0,47 soles.

**Tabla 23.** Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio para una hectárea.

Trat,	A									B	C	D	E	F	G
	PT	CV	MS	LIB	R	Mo	S,	Abo,	CMyF	C, Total (S/,)	Plantas/ha	I, B,	U, (S/,)	I, R,	B/C
T <sub>1</sub>	50	300	50	500	250	400	375	1000	150	2675.0	5000	4000	1325.0	0.50	1.50
T <sub>2</sub>	50	300	50	500	250	400	375	2000	150	3675.0	5000	5000	1325.0	0.36	1.36
T <sub>3</sub>	50	300	50	500	250	400	375	3000	150	4675.0	5000	6000	1325.0	0.28	1.28
T <sub>4</sub>	50	300	50	500	250	400	375	800	150	2475.0	5000	4000	1525.0	0.62	1.62
T <sub>5</sub>	50	300	50	500	250	400	375	1600	150	3275.0	5000	5000	1725.0	0.53	1.53
T <sub>6</sub>	50	300	50	500	250	400	375	2400	150	4075.0	5000	6000	1925.0	0.47	1.47
T <sub>7</sub>	50	300	0	500	250	350	375	0	150	1625.0	5000	2500	875.0	0.54	1.54
T <sub>8</sub>	50	300	0	500	250	350	375	40	150	1665.0	5000	3000	1335.0	0.80	1.80
T <sub>9</sub>	50	300	50	500	250	400	375	500	150	2175.0	5000	4000	1825.0	0.84	1.84
T <sub>10</sub>	50	300	50	500	250	400	375	1000	150	2675.0	5000	5000	2325.0	0.87	1.87
T <sub>11</sub>	50	300	50	500	250	400	375	1500	150	3175.0	5000	6000	2825.0	0.89	1.89

PT: Preparación del terreno

CV: Construcción de vivero

MS: Mezcla de sustrato

LIB: Llenado de bolsas

R: Repique

MO: Mano de obra

S: Semilla

Abo: Abono

CM y F: Control de malezas y fitosanitario

CT: Costo total

IB: Ingreso bruto

U: Utilidad

IR: Índice de rentabilidad

B/C: Beneficio/Costo

Costo por Kilo= 0.95

B = A

D = C x 0.70

E = D - B

F = E/B

G = D/B

Leyenda:

T<sub>1</sub>: 20 % lombricompostT<sub>2</sub>: 40 % lombricompostT<sub>3</sub>: 60 % lombricompostT<sub>4</sub>: 20 % abono orgánico BioPalmaT<sub>5</sub>: 40 % abono orgánico BioPalmaT<sub>6</sub>: 60 % abono orgánico BioPalmaT<sub>7</sub>: TestigoT<sub>8</sub>: Testigo + NPKT<sub>9</sub>: 20 % abono orgánico MunicipalT<sub>10</sub>: 40 % abono orgánico MunicipalT<sub>11</sub>: 60 % abono orgánico Municipal

## V. CONCLUSIONES

1. Los diferentes niveles de abono orgánico mostraron un efecto positivo las variables biométricas de los plantones de café, el abono orgánico BioPalma T<sub>5</sub> (40% abono orgánico Biopalma) obtuvo mayor altura con 36,03 cm, mayor diámetro de tallo el T<sub>4</sub> (20% abono orgánico Biopalma) con 4,81 mm, mayor número de hojas el T<sub>6</sub> (60% abono orgánico Biopalma) con 22,63 hojas, mayor área foliar el T<sub>6</sub> (60% abono orgánico Biopalma) con 945,45cm<sup>2</sup>, mayor volumen de raíces con el T<sub>6</sub> (60% abono orgánico Biopalma) con 15,53 ml, mayor peso fresco con el T<sub>5</sub> (40% abono orgánico Biopalma) con 45,51 g, mayor peso seco con el T<sub>6</sub> (60% abono orgánico Biopalma) con 11,20 g.
2. El mejor nivel de abono orgánico fue el T<sub>6</sub> (60% de abono orgánico BioPalma) ya que obtuvo los mayores valores en muchos parámetros de evaluación, seguidos del T<sub>5</sub> (40% de abono orgánico BioPalma) y el T<sub>4</sub> (20% de abono orgánico BioPalma).
3. Los tratamientos T<sub>9</sub> (20% de abono orgánico Municipal) y T<sub>10</sub> (40% de abono orgánico Municipal) con abono orgánico Municipal mostraron el mejor efecto en el contenido de clorofila en plantones de café según el medidor CLOROFILOG CFL-1030. El tratamiento T<sub>5</sub> (40% de abono orgánico BioPalma) con abono orgánico BioPalma obtuvo los mejores resultados en clorofila usando el medidor SPAD-502. El tratamiento T<sub>6</sub> (60% de abono orgánico BioPalma) de abono orgánico BioPalma tuvo el mayor contenido de clorofila con etanol al 90%. El tratamiento T<sub>9</sub> (20% de abono orgánico Municipal) con 400 g de abono orgánico Municipal presentó el mayor contenido de clorofila extraído con acetona al 80%
4. Los niveles de abono orgánico mejoraron las características físicas y químicas del suelo, siendo los tratamientos T<sub>3</sub> (60% de abono orgánico Lombricompost) y T<sub>11</sub>(60% de abono orgánico Municipal) los más efectivos. En cuanto a la prueba de respiración, los tratamientos T<sub>2</sub> (40% de abono orgánico Lombricompost) y T<sub>3</sub> (60% de abono orgánico Lombricompost) mostraron los mejores resultados, promoviendo el desarrollo de agentes biológicos y aumentando la emisión de CO<sub>2</sub>.
5. Los tratamientos con mejor resultado costo beneficio fueron el T<sub>11</sub> (60% de abono orgánico Municipal), T<sub>10</sub> (40% de abono orgánico Municipal), T<sub>9</sub> (20% de abono orgánico Municipal), Para la producción de plantones de café, es decir, por cada sol invertido se obtendrá un reintegro del capital invertido, así como 0,89 soles, 0,87 soles y 0,84 soles de ganancia respectivamente.

## **VI. PROPUESTAS A FUTURO**

1. Evaluar los efectos de los abonos orgánicos sólidos versus los abonos orgánicos líquidos para comparar el mejor en cuanto a los parámetros biométricos, contenido nutricional de los plántones, contenido nutricional del sustrato y mejora de la actividad biológica de los plántones de café.
2. Utilizar niveles más bajos del abono orgánico para mejorar la producción de plántones de café y mejorar su índice de rentabilidad.
3. Realizar trabajos de investigación utilizando abono orgánico obtenidas de fuentes de fácil disponibilidad en nuestro entorno.
4. Evaluar el efecto del abono orgánico utilizados en este trabajo en niveles adecuados en suelos de baja fertilidad como sustrato con fines de recuperación de suelos.

## VII. REFERENCIAS

- Abanto, C., Alves, E., Pinedo, M., García, D., Sanchez, J., Bardales, R., y Saldaña, G. (2013). Producción de plantas de camu camu con diferentes sustratos orgánicos en camas de vivero convencional. *Scientia Agropecuaria*, 4(4), 321-324.
- Acosta, Y., Cayama, J., Gómez, E., Reyes, N., Rojas, D. y García, H. (2006). Respiración microbiana y prueba de fitotoxicidad en el proceso compostaje de una mezcla de residuos orgánicos. *Multiciencias*, 6(3), 220-227. <https://www.redalyc.org/pdf/904/90460303.pdf>
- Agroestrategias. (2017, 14 de setiembre). *Efecto del exceso de humedad en suelos sobre la disponibilidad de nutrientes para los cultivos*. <https://goo.gl/8R99Eh>
- Aguilar, C. E., Alvarado, I., Martínez, F. B., Galdámez, J., Gutiérrez, A. y Morales, J. A. (2016). Evaluación de tres abonos orgánicos en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en etapa de vivero. *Siembra*, 3(1), 11-20. <https://doi.org/10.29166/siembra.v3i1.211>
- Almendros, G. M. (2000). Proceso de transformación de la materia orgánica en ecosistemas agrícolas e inalterados, pp. 330-343. En R, Quintero, T. Reyna, L. Corlay, A. Ibáñez y N. E. García (Eds.). *La edafología y sus perspectivas en el siglo XXI. Tomo 1*. Colegio de Postgraduados-Universidad Nacional Autónoma de México-Universidad Autónoma Chapingo. México, D.F.
- Álvarez, A. D., Gómez, D. A., León, N. S. y Gutiérrez, F. A. (2010). Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *Agrociencia*, 44 (5), 575-586.
- 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, México. *Environmental Entomology*, 36 (3), 555-559.
- Arrieché, I y Mora, O. (2005). Efecto de la aplicación de residuos orgánicos sobre el cultivo del maíz en suelos degradados del Estado Yaracuy, Venezuela. *Bioagro*, 17(3), [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-33612005](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612005)
- Astier, M. y J. Hollands. (2005). *La evaluación de la sustentabilidad de experiencias agroecológicas en Latinoamérica*. Ediciones Sustentabilidad y campesinado. Seis experiencias agroecológicas en Latinoamérica. GIRA A.C. Mundiprensa. D. F. México.
- Bailón, M. R y Florida, N. (2021). Caracterización y calidad de los abonos orgánicos producidos y comercializados en Rupa Rupa-Huánuco. *Enfoque UTE*, 12(1), 1-11. <https://www.redalyc.org/journal/5722/572264961001/html/>
- Baquero, I. R y Uni, R. L. (2017). *Análisis del costo de la implementación del abono orgánico frente a abonos químicos en una plantación de palma africana de once años de*

*edad, ubicada en San Carlos de Guaroa Meta, finca La Aurora.*  
[https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1203&context=adminstracion\\_agronegocios](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1203&context=adminstracion_agronegocios)

- Basak, B. B. y Biswas, D. R., (2016). Potentiality of Indian rock phosphate as liming material in acid soil. *Geoderma*, 263(6), 104-109. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.09.016>
- Becerra, N. (2014). *Parámetros fisicoquímicos de efluentes mineros para el desarrollo de consorcios bacterianos en biorreactores AIR LIF con soportes de lechos de PVC* (Informe de Práctica Pre Profesional para el grado de Bachiller en Ciencias Ambientales). Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Berrocal, D. (2016). *Efecto de los abonos orgánicos en el crecimiento de plantones de café (Coffea arabica L.) bajo condiciones de vivero* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Brady, N. y Weil, R. (2008). *The nature and properties of soils*. Pearson International Edition. New Jersey, EE.UU.
- Cakmak, I. y McLaughlin, M y White, P. (2017). Zinc para una mejor producción de cultivos y salud humana. *Planta y Suelo*, 411, 1-4  
[https://www.researchgate.net/publication/311977193\\_Zinc\\_for\\_better\\_crop\\_production\\_and\\_human\\_health](https://www.researchgate.net/publication/311977193_Zinc_for_better_crop_production_and_human_health)
- Carmona, M., Aguilera, M., Pérez, C. y Serey, I. (2006). Actividad Respiratoria en el horizonte orgánico de suelos de ecosistemas forestales del centro y sur de Chile. *Gayana Bot*, 63, 1-12.
- Castellanos, R. J. Z., Uvalle, B. J. X., Aguilar, S. A. A. (2000). *Manual de interpretación de Análisis de Suelos y Aguas*. Intagri. Gto. México.
- Castillo, L. C. (2020). *Evaluación de la calidad del abono orgánico obtenido a partir de residuos orgánicos y microorganismos eficaces (EM) en el distrito de Huayucachi, Huancayo, 2019* (Tesis de pregrado). Universidad Continental.
- Castro, A., y Laguna, T. (2018). *Evaluación de tres niveles de fertilización edáfica y comportamiento agronómico del cultivo de café (Coffea arabica) Lempira en vivero en la finca Buena Vista, II semestre 2017*.
- Centeno, J., Cuadra, G., Ávila, J., y Pinell, J. (2014). *Efecto de tres fertilizantes foliares orgánico en el desarrollo vegetativo de plántulas de café, variedad Pacamara* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León.
- Chilon E., Chilon J. (2015). Compostaje Altoandino, seguridad alimentaria, cambio climático y biorremediación de suelos. *CienciAgro (1)*1, 43-56.

- Ciganda, V., Gitelson, A. y Scheprs, J. (2008). Non-destructive determination of maize leaf and canopy chlorophyll content. *In: Journal Plant Physiology*, 166, 157-167.
- Cruz, W. O., Rodríguez, L. A., Salas, M. A., Hernández, V., Campos, R. A., Chávez, M. H. y Gordillo, A. (2020). Efecto de la materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico en la acidez de suelos cultivados con maíz en dos regiones de Chiapas, México. *Terra Latinoamericana*, 38(3), 475-480. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i3.506>
- Díaz, B. K., Ortega, B. R. y Luppichini, B. P. (2002). Medidores de clorofila, usos y potenciales. En B. K., DÍAZ. (Eds). *Mejores prácticas de manejo. Cultivos tradicionales de la zona centro sur de Chile* (pp. 97-111). Instituto de investigaciones agropecuarias. Chillán, Chile. Boletín INIA No 75.
- Enciso, F. K. (2020). *Factores socioambientales que intervienen en el manejo de residuos sólidos en época de creciente en la zona baja de belén, Iquitos - Loreto 2020* [Tesis de pregrado, Universidad Científica del Perú - UCP]. Repositorio UCP. <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1589/ENCISO%20GR%C3%81NDE%20FRANCIS%20KARIM%20-%20TESIS.PDF?sequence=4&isAllowed=y>
- Enríquez G. y Duicela, L. (2014). *Guía técnica para la producción y pos cosecha del café arábigo*. Primera Edición. Ecuador. <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UCR.000600840/Details>
- Escalante, N. (2012). *Efecto de abonos orgánicos en la obtención de plantones de dos variedades de café (Coffea arabica L)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/581d59b7-2e70-4d0b-b8a9-ca2bab8d99c2>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2015). *Compostaje: Vamos a devolver algo al suelo*. <https://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/281085/>
- Franca, A.C., De Souza I. F., Alves, L.W.R., Jesus, A.M.S. (2007). *Calibração do medidor de clorofila minolta spad-502 para avaliação do conteúdo de clorofila em cafeeiro*. Brasília : Embrapa café. Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais. [http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb\\_anais/simposio5/p57.pdf](http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio5/p57.pdf)
- García, D., Lima, L. A., Ruíz, L y Calderón, P. A. (2014). *Métodos y parámetros para determinar la madurez en el abono orgánico a nivel de fincas*. Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente. [https://cdn.blueberriesconsulting.com/2015/07/pdf\\_000202.pdf](https://cdn.blueberriesconsulting.com/2015/07/pdf_000202.pdf)

- Garro, J. E. (2016). *El suelo y los abonos orgánicos*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F04-10872.pdf>
- Gomez, M. (1995). El estudio de los residuos: Definiciones, tipologías, gestión y tratamiento. *Serie Geográfica*, 5 (1), 21-42. <https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/1037/El%20Estudio%20de%20los%20Residuos.%20Definiciones%2C%20Tipolog%3%ADas%2C%20Gesti%3%B3n%20y%20Tratamiento.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guerrero, J. (2012). *Asistencia técnica dirigida en: Toma de muestras y recomendaciones de fertilización en cultivos tropicales*. Guía técnica. AGROBANCO – Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.
- Gutiérrez, M. V. y Meinzer, F.C. (1994). Estimación del uso de agua y necesidades de riego del café en Hawaii. *Revista de la Sociedad Estadounidense de Ciencias de la Horticultura*, 119 (3), 652-657.
- Guzmán, M. y Macías, C. H. (2011). El manejo de los residuos sólidos municipales: un enfoque antropológico. El caso de San Luis Potosí, México. *Estudios Sociales*, 20(39), 237-261. <https://www.scielo.org.mx/pdf/estsoc/v20n39/v20n39a9.pdf>
- Huerta, E y Cruz, J. (2018). Efectos de los abonos orgánicos en el crecimiento de plantas de geranio y belén. *Acta agrícola y pecuaria*, 4(2), 44-53.
- Julca, E. (2000). *Efecto de fuentes de materia orgánica en la obtención de plantones de café (Coffea arabica L.) variedad Catimor* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/15db6ee5-8853-4d00-8384-b8a859edf21b>
- Lefèvre, C., Rekik, F., Alcantara, V. y Wiese, L. (2017). *Carbono orgánico del suelo el potencial oculto*. FAO. <https://www.fao.org/3/i6937es/I6937ES.pdf>
- Li, H., Han, Y. y Zucong, C. (2003). La mineralización del nitrógeno en los suelos de arroz de la región de Taihu de China, bajo condiciones anaerobias: Dinámica y ajuste del modelo. *China. Geoderma*, 115 (3), 161-175.
- López, M., Dimas, J., Díaz, A., Martínez, E. y Valdez, R. (2001). Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra Latinoamericana*, 19(4), 293-299. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57319401.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica [MAG]. (2001). *Cuaderno de nuestra finca*. MAG. San José, Costa Rica.

- Marín, G. (2012). *Producción de cafés especiales: manual técnico*. Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo (DESCO). Impresiones Roble Rojo Grupo de Negocios S.A.C. <https://www.desco.org.pe/produccion-de-cafes-especiales-manual-tecnico>
- Mathews, K.C., Van Holde, K.E. y Appling, D. R., Spencer, J.A. (2013). *Bioquímica*. Editado por Pearson Educación Madrid.
- Meurer, E. J. (2007). Factores que influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas. En R. F. Novais, V. H. Álvarez, N. F. Barros, R. B. Cantarutti y J. C. L. Neves. (Eds.). *Crecimiento inicial de dos cultivares de café de alta densidad influenciados por niveles de riego localizados*. Ingeniería Agrícola, Jaboticabal (pp. 644-653).
- Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI]. (2018). *Plan Nacional de Acción del Café Peruano, 2018-2030*.
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo [MINCETUR]. (2018). *Expo Café Perú 2018 reunirá participantes de 15 países*. <https://www.gob.pe/institucion/mincetur/noticias/17958-expo-cafe-peru-2018-reuniraparticipantes-de-15-paises>
- Muñoz, J. (1999). *Metodología de caracterización de residuos sólidos urbanos y bases para el desarrollo de un laboratorio* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso]. Repositorio institucional. [http://opac.pucv.cl/pucv\\_txt/txt-6500/UCO6800\\_01.pdf](http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-6500/UCO6800_01.pdf)
- Neiva, E., França, A. C., Graziotti, P. H., Porto, D. W. B., Araújo, F. H. V. & Leal, F. D. S. (2019). Growth of seedlings and young plants of coffee in composts of textile industry residues. *Revista Brasileira De Engenharia Agrícola E Ambiental*, 23(3), 188– 195. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n3p188-195>
- Nieto, A., Murillo, B., Troyo, E., Larrinaga, J. y García, H. (2002). El uso de abono orgánicos como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annum* L.) en zonas áridas. *Interciencia*, 27(8), 417- 421.
- Orozco, F. H. (1999). *La Biología del nitrógeno*. Conceptos básicos sobre sus transformaciones biológicas. Medellín, Universidad Nacional de Colombia.
- Pérez, A., Céspedes, C y Núñez, P. (2008). Caracterización Física-química y Biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 8(4), 10-29. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcsuelo/v8n3/art02.pdf>
- Pimentel, F. (1985). *Curso de estadística experimental*. Livraria Nobel S.A., São Paulo, Brasil.

- Pineda, K. (2021). *Respuesta morfofisiológica a la aplicación de tres niveles de fertilización en cacao (Theobroma cacao L.) clon CCN 51 en la provincia de Zamora Chinchipe, sector "El Padmi"* [Tesis de grado de Bachiller, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24022/1/Karen%20Gabriela%20Pineda%20Cordero.pdf>
- Reis, A. R., Furlani J. E., Buzetti, S. y Andreotti, M. (2006). Diagnóstico da exigência do cafeeiro em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. *Bragantia*, 65(1), 163-171.
- Reyes, J. J., Luna, R. A., Reyes, M. D., Suárez, G., Ulloa, C. I., Rivero, M y González, J. C. (2017). Fertilización con abonos orgánicos en el pimiento (*Capsicum annum* L.) y su impacto en el rendimiento y sus componentes. *Revista Centro Agrícola*, 44(4), 88-94. <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v44n4/cag13417.pdf>
- Rivera, Y., L. Moreno, M. Herrera y H. M. Romero. (2016). La toxicidad por aluminio (Al<sup>3+</sup>) como limitante del crecimiento y la productividad agrícola: el caso de la palma de aceite. *Palmas*, 37(1), 11-23. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11696/11687>
- Rivas, C. A. (2018). *Piensa un minuto antes de actuar: Gestión integral de residuos sólidos*. <https://www.mincit.gov.co/getattachment/c957c5b4-4f22-4a75-be4d-73e7b64e4736/%2017-10-2018-Uso-Eficiente-de-Recursos-Agua-y-Energi.aspx>
- Rodríguez, D., Cano, R.P., Figueroa, V., Favela, C., Moreno, R., Márquez, H., Ochoa, M. y Preciado, R. (2009). Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. *Terra Latinoamericana*, 27(4), 319-327. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-57792009000400006](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792009000400006)
- Román, P., Martínez, M. M. y Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor, Experiencia en América Latina*. FAO. <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf>
- Romero, T. y Echevarría, H. (1988). Concentración de clorofila total en el extracto etanólico, procedente de chlorella sp. Cultivada en efluentes de la industria pesquera. *Boletín del centro de investigaciones biológicas*, 32 (3), 179-193.
- Rosas Patiño, G., Y. J. Puentes Páramo y J. C. Menjivar Flores. (2017). Relación entre el pH y la disponibilidad de nutrientes para cacao en un entisol de la Amazonia colombiana. *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropec*, 18(3), 529-541. <https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/742/492>

- Samaniego, R. 2006. Efecto de la producción orgánica y convencional de chile dulce (*Capsicum annum*) bajo invernadero sobre el componente planta-suelo en el cantón de Alfaro Ruiz, Costa Rica. Tesis para optar el título de Magister Scientiae en Agricultura Ecológica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 92 p.
- Santibáñez, C., Varnero M. T. y Ginocchio, R. (2006). Mineralización de carbono y nitrógeno en relaves mineros acondicionados con biosólidos. En J. F. Gallardo. (Eds.). *Medio ambiente en Iberoamérica. Visión desde la física y la química en los árboles del siglo XXI* (pp. 337-343). Tomo III. Sociedad Iberoamericana de Física y Química Ambiental. Badajoz, España.
- Torres, M. (1993). *Evaluación de diferentes niveles de nitrógeno y densidades sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (Zea mays L.)* (Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Torres, N. A., Campostrini, E., Gonc Alves, J. y Bressan S. R. E. (2005). Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. *Scientia Horticulturae*, 104(2), 199–209.
- United States Department of Agriculture [USDA]. (2018). *Foreign Agricultural Service. Coffee Annual. Gain Report. Global Agricultural Information.* [https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Coffee%20Annual\\_Lima\\_Peru\\_5-9-2018.pdf](https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Coffee%20Annual_Lima_Peru_5-9-2018.pdf)
- Valcab. (2012). *Historia del compostaje.* [http://valcap.es/html/consejos/consejos%20sobre%20jardinaria/historia%20del%20abono org%C3%A1nicoaje.htm?ObjectID=1252](http://valcap.es/html/consejos/consejos%20sobre%20jardinaria/historia%20del%20abono%20org%C3%A1nicoaje.htm?ObjectID=1252)
- Valderrama, A. (2013). *Biodegradación de residuos sólidos agropecuarios y uso del bio abono como acondicionador del suelo* [Tesis de pregrado, Universidad Pontificia Bolivariana]. Repositorio institucional. <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1326/Monograf%C3%ADa%20Biodegradaci%C3%B3n%20de%20Residuos%20S%C3%B3lidos.pdf?sequence=1>
- Valé, M. (2006). *Quantification et prédiction de la minéralisation nette de l'azote du sol in situ, sous divers pédoclimats et systèmes de culture - 77 – français* [Tesis de doctorado, Instituto Nacional Politécnica de Toulouse]. <https://core.ac.uk/download/pdf/19937943.pdf>
- Velásquez, R. (2019). *Guía de variedades de café Guatemala*. Segunda edición. Asociación Nacional del Café (Anacafé). <https://tinyurl.com/mw2mw5bw>

- Wolkowski, P. (2003). Nitrogen management considerations for landspreading municipal solid waste abono orgánico. *Journal Environmental Quality*, 32(5), 1844-1850. <https://doi.org/10.2134/jeq2003.1844>
- Wu, L. y Ma, L. Q. (2001). Effects of sample storage on biosolids abono orgánico stability and maturity evaluation. *Journal Environmental Quality*, 30(1), 222-228.
- Zapata, R. D. (2009). *El compostaje y los índices para evaluar su estabilidad*. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelos y Centro Nacional de Investigaciones de Café.

## **ANEXO**

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

Repetición	Tratamiento	0 días	30 días	60 días	90 días	120 días	150 días
R1	T <sub>1</sub>	4.8	7.3	10.1	21.0	27.5	35.5
	T <sub>2</sub>	4.9	6.9	8.8	14.8	20.9	29.0
	T <sub>3</sub>	4.9	6.8	8.6	16.3	22.7	31.5
	T <sub>4</sub>	4.9	5.7	9.1	13.8	25.6	38.4
	T <sub>5</sub>	4.9	5.5	9.8	13.8	25.3	38.2
	T <sub>6</sub>	4.9	5.2	8.8	12.6	23.3	39.1
	T <sub>7</sub>	4.7	5.0	6.2	9.0	15.7	28.5
	T <sub>8</sub>	4.8	5.7	7.9	10.3	19.8	29.6
	T <sub>9</sub>	5.0	5.2	6.7	9.1	20.3	36.4
	T <sub>10</sub>	4.9	5.0	6.5	7.1	15.6	32.0
	T <sub>11</sub>	5.0	5.5	6.7	7.8	16.8	34.1
R2	T <sub>1</sub>	5.2	7.3	11.5	20.8	28.4	35.5
	T <sub>2</sub>	4.9	7.0	9.8	17.8	25.3	34.3
	T <sub>3</sub>	4.9	6.9	9.1	16.6	22.9	29.1
	T <sub>4</sub>	4.8	6.2	9.9	14.8	26.3	37.7
	T <sub>5</sub>	4.8	6.6	8.3	13.6	26.3	39.2
	T <sub>6</sub>	4.7	5.3	8.0	12.3	23.5	35.9
	T <sub>7</sub>	4.7	5.2	6.4	9.0	18.1	29.9
	T <sub>8</sub>	5.0	5.8	7.8	10.8	19.8	33.0
	T <sub>9</sub>	5.0	5.4	6.9	9.3	20.6	33.5
	T <sub>10</sub>	4.9	5.1	7.2	8.8	18.8	33.9
	T <sub>11</sub>	5.1	5.5	6.4	7.3	14.8	31.8
R3	T <sub>1</sub>	4.9	7.5	11.9	18.2	26.5	32.0
	T <sub>2</sub>	4.8	6.8	12.3	16.4	23.2	32.1
	T <sub>3</sub>	4.8	8.0	12.2	18.7	24.6	32.1
	T <sub>4</sub>	4.8	6.6	9.6	15.5	23.3	32.1
	T <sub>5</sub>	5.0	5.9	8.2	14.7	21.8	32.6
	T <sub>6</sub>	4.8	6.2	9.7	16.9	23.5	32.8
	T <sub>7</sub>	4.9	5.3	6.6	8.6	15.5	24.2
	T <sub>8</sub>	5.2	6.3	6.8	8.0	9.7	13.5
	T <sub>9</sub>	5.0	5.9	7.1	11.6	16.9	25.9
	T <sub>10</sub>	4.7	5.7	6.6	10.2	15.6	25.5
	T <sub>11</sub>	4.6	6.0	7.0	8.2	11.8	19.0
R4	T <sub>1</sub>	5.0	7.6	11.1	17.0	23.1	28.2
	T <sub>2</sub>	4.8	7.5	10.6	15.4	23.9	30.7
	T <sub>3</sub>	4.9	8.2	12.8	18.7	26.4	34.0
	T <sub>4</sub>	5.2	6.3	9.8	15.9	21.3	30.8
	T <sub>5</sub>	4.9	5.7	9.4	16.5	23.0	34.1
	T <sub>6</sub>	5.0	5.8	8.4	14.5	21.0	30.3
	T <sub>7</sub>	4.8	5.6	7.0	10.2	16.1	23.0
	T <sub>8</sub>	5.0	5.9	6.9	11.9	15.8	21.0
	T <sub>9</sub>	4.8	5.6	7.1	12.3	16.5	25.6
	T <sub>10</sub>	5.1	5.6	6.8	9.4	14.5	24.9
	T <sub>11</sub>	4.9	5.6	6.8	8.9	14.5	24.1

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

Repetición	Tratamiento	0 días	30 días	60 días	90 días	120 días	150 días
R1	T <sub>1</sub>	1.44	2.16	2.64	3.05	4.23	4.95
	T <sub>2</sub>	1.32	1.89	2.45	3.13	3.48	4.16
	T <sub>3</sub>	1.32	1.88	2.70	3.34	3.79	4.59
	T <sub>4</sub>	1.32	1.81	2.28	2.65	3.85	5.15
	T <sub>5</sub>	1.27	1.79	2.45	2.75	3.93	4.87
	T <sub>6</sub>	1.23	1.79	2.48	2.75	3.97	4.93
	T <sub>7</sub>	1.26	1.68	2.02	2.29	2.84	4.12
	T <sub>8</sub>	1.35	1.96	2.30	2.63	3.63	4.61
	T <sub>9</sub>	1.20	1.74	2.01	2.41	3.08	4.83
	T <sub>10</sub>	1.35	1.83	2.09	2.45	3.02	4.61
	T <sub>11</sub>	1.25	1.81	2.23	2.38	2.83	4.41
R2	T <sub>1</sub>	1.40	2.00	2.60	3.40	4.20	4.80
	T <sub>2</sub>	1.40	1.84	2.34	3.11	3.88	4.65
	T <sub>3</sub>	1.42	2.09	2.47	3.32	3.99	4.50
	T <sub>4</sub>	1.31	1.82	2.36	3.00	4.13	4.97
	T <sub>5</sub>	1.40	1.95	2.28	2.91	4.01	4.53
	T <sub>6</sub>	1.17	1.70	2.10	2.77	3.99	4.80
	T <sub>7</sub>	1.19	1.51	2.08	2.34	3.37	4.08
	T <sub>8</sub>	1.39	1.93	2.24	2.74	3.95	4.66
	T <sub>9</sub>	1.32	1.84	2.10	2.45	3.29	4.04
	T <sub>10</sub>	1.13	1.54	2.02	2.35	3.15	3.86
	T <sub>11</sub>	1.23	1.64	2.11	2.51	2.99	3.67
R3	T <sub>1</sub>	1.32	1.98	2.46	3.10	3.96	4.57
	T <sub>2</sub>	1.32	1.98	2.57	3.26	3.82	4.58
	T <sub>3</sub>	1.36	1.98	2.40	2.87	3.35	4.47
	T <sub>4</sub>	1.26	1.81	2.38	3.12	3.68	4.31
	T <sub>5</sub>	1.33	1.83	2.14	2.78	3.62	4.40
	T <sub>6</sub>	1.22	1.78	2.30	2.83	3.48	4.35
	T <sub>7</sub>	1.22	1.59	1.92	2.41	2.95	3.84
	T <sub>8</sub>	1.18	1.63	1.88	2.34	2.75	3.04
	T <sub>9</sub>	1.15	1.74	2.04	2.49	3.46	4.20
	T <sub>10</sub>	1.23	1.65	1.97	2.51	3.26	3.92
	T <sub>11</sub>	1.41	1.67	2.13	2.52	2.84	3.12
R4	T <sub>1</sub>	1.31	2.01	2.53	3.15	3.67	4.41
	T <sub>2</sub>	1.35	2.01	2.42	3.17	3.78	4.51
	T <sub>3</sub>	1.29	2.23	2.68	2.93	3.29	4.11
	T <sub>4</sub>	1.30	1.79	2.38	2.96	3.99	4.81
	T <sub>5</sub>	1.17	1.77	2.25	2.99	3.72	4.56
	T <sub>6</sub>	1.38	1.82	2.33	2.81	3.61	4.37
	T <sub>7</sub>	1.21	1.78	2.17	2.80	3.95	5.11
	T <sub>8</sub>	1.17	1.66	2.05	2.61	3.66	4.53
	T <sub>9</sub>	1.26	1.76	2.03	2.78	3.40	4.29
	T <sub>10</sub>	1.29	1.79	2.07	2.45	3.17	3.97
	T <sub>11</sub>	1.22	1.53	1.91	2.20	2.85	3.47

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

Repetición	Tratamiento	0 días	30 días	60 días	90 días	120 días	150 días
R1	T <sub>1</sub>	2,00	2,45	8,00	10,50	14,00	21,75
	T <sub>2</sub>	2,00	4,00	7,50	10,00	14,00	19,75
	T <sub>3</sub>	2,00	4,00	6,50	8,50	14,00	18,75
	T <sub>4</sub>	2,00	4,00	6,00	9,50	14,00	20,75
	T <sub>5</sub>	2,00	2,00	6,00	8,50	12,50	19,00
	T <sub>6</sub>	2,00	2,50	6,00	9,00	13,50	24,00
	T <sub>7</sub>	2,00	2,00	4,00	8,00	12,50	18,50
	T <sub>8</sub>	2,00	2,00	5,50	7,50	11,50	20,25
	T <sub>9</sub>	2,00	2,00	1,50	7,50	12,50	21,00
	T <sub>10</sub>	2,00	2,75	4,75	9,00	14,00	24,75
	T <sub>11</sub>	2,00	2,00	4,50	7,00	11,50	23,75
R2	T <sub>1</sub>	2,00	5,00	8,00	12,50	15,00	19,25
	T <sub>2</sub>	2,00	4,00	6,50	10,00	14,75	20,00
	T <sub>3</sub>	2,00	4,00	7,00	9,50	14,50	18,50
	T <sub>4</sub>	2,00	4,00	6,00	10,00	13,50	18,00
	T <sub>5</sub>	2,00	3,00	6,00	8,50	14,50	21,75
	T <sub>6</sub>	2,00	2,50	6,00	9,50	14,75	22,75
	T <sub>7</sub>	2,00	2,50	4,50	8,50	12,75	17,50
	T <sub>8</sub>	2,00	3,00	6,50	11,00	14,00	17,75
	T <sub>9</sub>	2,00	2,00	4,50	9,00	14,50	20,50
	T <sub>10</sub>	2,00	2,00	4,50	8,50	13,00	19,50
	T <sub>11</sub>	2,00	2,00	4,50	8,00	13,75	21,75
R3	T <sub>1</sub>	2,00	4,00	8,50	12,00	14,50	17,50
	T <sub>2</sub>	2,00	4,00	8,00	11,00	14,50	19,75
	T <sub>3</sub>	2,00	4,00	8,00	11,50	14,50	19,25
	T <sub>4</sub>	2,00	3,50	6,00	10,00	15,00	19,00
	T <sub>5</sub>	2,00	3,50	6,00	9,50	15,00	21,00
	T <sub>6</sub>	2,00	3,50	6,00	10,00	14,00	20,50
	T <sub>7</sub>	2,00	2,00	4,00	7,00	12,00	15,75
	T <sub>8</sub>	2,00	2,00	4,00	6,50	10,00	16,25
	T <sub>9</sub>	2,00	2,00	5,50	8,50	15,75	23,25
	T <sub>10</sub>	2,00	2,00	4,00	8,50	14,75	19,00
	T <sub>11</sub>	2,00	2,00	4,00	7,00	12,50	17,50
R4	T <sub>1</sub>	2,00	4,00	8,00	10,50	13,50	16,25
	T <sub>2</sub>	2,00	4,50	7,50	11,00	13,75	18,75
	T <sub>3</sub>	2,00	5,50	6,00	9,00	14,50	21,75
	T <sub>4</sub>	2,00	4,00	6,00	10,00	12,50	15,75
	T <sub>5</sub>	2,00	3,00	6,50	11,00	15,50	20,75
	T <sub>6</sub>	2,00	2,50	6,50	11,00	15,75	23,25
	T <sub>7</sub>	2,00	2,00	4,00	6,50	10,00	15,75
	T <sub>8</sub>	2,00	2,00	4,50	6,50	11,50	14,50
	T <sub>9</sub>	2,00	2,00	5,50	8,50	13,50	18,75
	T <sub>10</sub>	2,00	2,00	4,50	8,00	13,50	18,25
	T <sub>11</sub>	2,00	2,00	4,50	8,50	13,00	19,75

**Tabla 27.** Resultados de la variable longitud radicular de plántones de café a los 150 días después del trasplante.

Repetición	Tratamiento	Longitud promedio (cm)	Repetición	Tratamiento	Longitud promedio (cm)	Repetición	Tratamiento	Longitud promedio (cm)	Repetición	Tratamiento	Longitud promedio (cm)
R1	T <sub>1</sub>	30,48	R2	T <sub>1</sub>	29,98	R3	T <sub>1</sub>	30,65	R4	T <sub>1</sub>	27,83
	T <sub>2</sub>	26,63		T <sub>2</sub>	25,20		T <sub>2</sub>	28,13		T <sub>2</sub>	27,28
	T <sub>3</sub>	27,90		T <sub>3</sub>	27,10		T <sub>3</sub>	29,45		T <sub>3</sub>	28,68
	T <sub>4</sub>	29,70		T <sub>4</sub>	26,93		T <sub>4</sub>	30,13		T <sub>4</sub>	30,88
	T <sub>5</sub>	30,08		T <sub>5</sub>	27,43		T <sub>5</sub>	28,4		T <sub>5</sub>	29,90
	T <sub>6</sub>	28,60		T <sub>6</sub>	28,40		T <sub>6</sub>	29,8		T <sub>6</sub>	30,35
	T <sub>7</sub>	24,60		T <sub>7</sub>	24,46		T <sub>7</sub>	25,31		T <sub>7</sub>	24,85
	T <sub>8</sub>	29,40		T <sub>8</sub>	29,68		T <sub>8</sub>	28,28		T <sub>8</sub>	24,45
	T <sub>9</sub>	28,93		T <sub>9</sub>	30,93		T <sub>9</sub>	29,88		T <sub>9</sub>	29,18
	T <sub>10</sub>	27,05		T <sub>10</sub>	28,13		T <sub>10</sub>	26,20		T <sub>10</sub>	27,33
	T <sub>11</sub>	25,23		T <sub>11</sub>	26,70		T <sub>11</sub>	23,15		T <sub>11</sub>	28,15

**Tabla 28.** Resultados de la variable volumen radicular de plántones de café a los 150 días después del trasplante.

Repetición	Tratamiento	Volumen (ml)	Repetición	Tratamiento	Volumen (ml)	Repetición	Tratamiento	Volumen (ml)	Repetición	Tratamiento	Volumen (ml)
R1	T <sub>1</sub>	11,80	R2	T <sub>1</sub>	11,00	R3	T <sub>1</sub>	13,30	R4	T <sub>1</sub>	8,30
	T <sub>2</sub>	9,30		T <sub>2</sub>	13,70		T <sub>2</sub>	10,50		T <sub>2</sub>	11,00
	T <sub>3</sub>	9,30		T <sub>3</sub>	9,00		T <sub>3</sub>	9,30		T <sub>3</sub>	11,50
	T <sub>4</sub>	13,30		T <sub>4</sub>	21,00		T <sub>4</sub>	10,50		T <sub>4</sub>	14,40
	T <sub>5</sub>	10,50		T <sub>5</sub>	15,30		T <sub>5</sub>	14,50		T <sub>5</sub>	16,00
	T <sub>6</sub>	16,00		T <sub>6</sub>	15,00		T <sub>6</sub>	14,80		T <sub>6</sub>	16,30
	T <sub>7</sub>	8,30		T <sub>7</sub>	10,60		T <sub>7</sub>	10,40		T <sub>7</sub>	9,10
	T <sub>8</sub>	9,80		T <sub>8</sub>	19,80		T <sub>8</sub>	3,80		T <sub>8</sub>	7,00
	T <sub>9</sub>	12,50		T <sub>9</sub>	14,80		T <sub>9</sub>	14,50		T <sub>9</sub>	15,80
	T <sub>10</sub>	12,50		T <sub>10</sub>	13,80		T <sub>10</sub>	11,00		T <sub>10</sub>	9,00
	T <sub>11</sub>	13,00		T <sub>11</sub>	12,00		T <sub>11</sub>	6,80		T <sub>11</sub>	10,80

**Tabla 29.** Resultados de la variable área foliar del plantón de café a los 150 días después del trasplante.

Repetición	Tratamiento	Area (cm2)	Repetición	Tratamiento	Area (cm2)	Repetición	Tratamiento	Area (cm2)	Repetición	Tratamiento	Area (cm2)
R1	T <sub>1</sub>	838,56	R2	T <sub>1</sub>	877,31	R3	T <sub>1</sub>	861,30	R4	T <sub>1</sub>	655,53
	T <sub>2</sub>	726,56		T <sub>2</sub>	777,24		T <sub>2</sub>	771,97		T <sub>2</sub>	729,96
	T <sub>3</sub>	726,67		T <sub>3</sub>	728,86		T <sub>3</sub>	737,22		T <sub>3</sub>	900,56
	T <sub>4</sub>	889,45		T <sub>4</sub>	709,27		T <sub>4</sub>	770,28		T <sub>4</sub>	584,11
	T <sub>5</sub>	826,93		T <sub>5</sub>	840,14		T <sub>5</sub>	886,43		T <sub>5</sub>	890,44
	T <sub>6</sub>	1041,9		T <sub>6</sub>	872,95		T <sub>6</sub>	898,03		T <sub>6</sub>	968,93
	T <sub>7</sub>	581,17		T <sub>7</sub>	529,76		T <sub>7</sub>	522,38		T <sub>7</sub>	574,14
	T <sub>8</sub>	385,37		T <sub>8</sub>	592,71		T <sub>8</sub>	300,59		T <sub>8</sub>	517,81
	T <sub>9</sub>	853,81		T <sub>9</sub>	796,21		T <sub>9</sub>	923,85		T <sub>9</sub>	815,59
	T <sub>10</sub>	850,07		T <sub>10</sub>	795,04		T <sub>10</sub>	784,64		T <sub>10</sub>	693,66
	T <sub>11</sub>	967,05		T <sub>11</sub>	819,49		T <sub>11</sub>	576,09		T <sub>11</sub>	798,63

**Tabla 30.** Resultados de la variable materia seca del plantón de café a los 150 días después del trasplante.

Repetición	Tratamiento	Peso fresco	Peso seco	Repetición	Tratamiento	Peso fresco	Peso seco	Repetición	Tratamiento	Peso fresco	Peso seco	Repetición	Tratamiento	Peso fresco	Peso seco
R1	T <sub>1</sub>	38,83	12,46	R2	T <sub>1</sub>	39,31	9,48	R3	T <sub>1</sub>	34,04	9,48	R4	T <sub>1</sub>	29,15	6,48
	T <sub>2</sub>	33,75	7,75		T <sub>2</sub>	34,93	7,53		T <sub>2</sub>	36,65	7,60		T <sub>2</sub>	32,76	7,58
	T <sub>3</sub>	31,05	7,00		T <sub>3</sub>	31,00	7,63		T <sub>3</sub>	33,60	7,86		T <sub>3</sub>	42,75	9,51
	T <sub>4</sub>	40,26	11,33		T <sub>4</sub>	37,52	10,05		T <sub>4</sub>	35,46	8,70		T <sub>4</sub>	39,40	10,20
	T <sub>5</sub>	44,51	10,41		T <sub>5</sub>	44,68	10,58		T <sub>5</sub>	46,20	10,61		T <sub>5</sub>	48,23	11,55
	T <sub>6</sub>	48,26	11,21		T <sub>6</sub>	45,63	11,50		T <sub>6</sub>	44,78	11,00		T <sub>6</sub>	42,43	11,08
	T <sub>7</sub>	30,18	9,33		T <sub>7</sub>	29,81	5,65		T <sub>7</sub>	26,67	5,07		T <sub>7</sub>	27,62	6,15
	T <sub>8</sub>	40,61	12,86		T <sub>8</sub>	21,51	5,88		T <sub>8</sub>	10,68	3,68		T <sub>8</sub>	22,13	5,18
	T <sub>9</sub>	39,61	9,63		T <sub>9</sub>	40,18	10,75		T <sub>9</sub>	36,95	10,63		T <sub>9</sub>	43,21	10,68
	T <sub>10</sub>	41,60	10,06		T <sub>10</sub>	32,83	8,98		T <sub>10</sub>	34,51	9,08		T <sub>10</sub>	31,18	7,70
	T <sub>11</sub>	39,53	9,33		T <sub>11</sub>	29,15	5,98		T <sub>11</sub>	31,58	7,69		T <sub>11</sub>	36,80	8,45

**Tabla 31.** Resultados de la variable contenido de clorofila del plantón de café a los 150 días después del trasplante.

Repetición	Tratamiento	Clorofilog (CFL-1030) Cfla Total	SPAD-502 Clorofila Total	CLOROFILA A + B (Etanol al 90%) mg	CLOROFILA A + B (Acetona al 80%) mg
R1	T1	77.18	63.43	16.17	20.86
	T2	69.55	54.93	20.1	25.64
	T3	72.55	57.6	21.36	20.36
	T4	77.43	64.15	16.16	18.87
	T5	79.33	65.43	14.64	21.54
	T6	83.88	65.83	26.39	20.13
	T7	72.15	50.02	17.08	16.51
	T8	85.73	51.03	15.34	18.43
	T9	85.5	66.03	13.91	22.78
	T10	78.38	62.53	8.82	16.82
	T11	82.5	66.75	20.9	17.01
R2	T1	76.38	58.8	18.11	15.85
	T2	81.2	64.78	16.69	15.58
	T3	72.6	61.18	14.33	13.16
	T4	80.43	64.83	8.18	15.58
	T5	87.06	70.83	6.64	17.12
	T6	76.83	61.78	25.19	16.33
	T7	90.4	56.14	11.21	16.51
	T8	80.53	64.53	12.53	14.9
	T9	79.05	63.05	12.76	15.64
	T10	85.05	66.4	6.22	15.15
	T11	81.26	63.78	26.55	16.26
R3	T1	74.91	61.15	23.05	21.04
	T2	85.38	66.98	30.49	22.53
	T3	68.36	56.15	30.07	17.19
	T4	73.45	56.48	24.43	19.93
	T5	81.61	71.7	26.2	24.64
	T6	75.03	62.1	23.49	20.18
	T7	97	54.73	13.34	17.19
	T8	84.36	67.95	12.31	20.61
	T9	90.13	63.68	11.5	25.82
	T10	89.31	69.3	7.67	24.71
	T11	73.93	61.38	5.09	23.53
R4	T1	76.45	60.13	11.31	18.81
	T2	80.63	59.25	6.66	21.11
	T3	84.88	60.4	17.91	17.31
	T4	73.78	59.15	21.78	18.75
	T5	79.18	57.93	3.22	21.9
	T6	77.81	60.35	30.99	18.56
	T7	76.85	55.68	21.36	17.75
	T8	78.21	59.33	17.72	19.37
	T9	84.58	62.15	16.98	22.52
	T10	75.93	58.88	19.66	23.53
	T11	82.45	62.85	13.18	23.47

**Tabla 32.** Resultados de la variable respiración en el suelo a los 150 días después del trasplante.

TRAT	GASTO DE HCL (ml)	Normalidad del ácido	Peso de muestra (g)	Días de incubación	Blanco	Normalidad de la base	Volumen de la base (ml)	mg CO2	Respiración (mg CO2/gramo seco x día)
T <sub>1</sub>	17,08	0,5	100	3	22,5	1	10	198,733	66,244
T <sub>2</sub>	14,58	0,5	100	3	22,5	1	10	290,400	96,800
T <sub>3</sub>	15,58	0,5	100	3	22,5	1	10	253,733	84,578
T <sub>4</sub>	18,90	0,5	100	3	22,5	1	10	132,000	44,000
T <sub>5</sub>	18,38	0,5	100	3	22,5	1	10	151,067	50,356
T <sub>6</sub>	18,83	0,5	100	3	22,5	1	10	134,567	44,856
T <sub>7</sub>	21,18	0,5	100	3	22,5	1	10	48,400	16,133
T <sub>8</sub>	21,23	0,5	100	3	22,5	1	10	46,567	15,522
T <sub>9</sub>	19,43	0,5	100	3	22,5	1	10	112,567	37,522
T <sub>10</sub>	18,78	0,5	100	3	22,5	1	10	136,400	45,467
T <sub>11</sub>	18,00	0,5	100	3	22,5	1	10	165,000	55,000
T <sub>1</sub>	15,45	0,5	100	7	22,5	1	10	110,786	15,827
T <sub>2</sub>	13,68	0,5	100	7	22,5	1	10	138,600	19,800
T <sub>3</sub>	14,30	0,5	100	7	22,5	1	10	128,857	18,408
T <sub>4</sub>	17,75	0,5	100	7	22,5	1	10	74,643	10,663
T <sub>5</sub>	16,90	0,5	100	7	22,5	1	10	88,000	12,571
T <sub>6</sub>	18,00	0,5	100	7	22,5	1	10	70,714	10,102
T <sub>7</sub>	19,73	0,5	100	7	22,5	1	10	43,529	6,218
T <sub>8</sub>	18,45	0,5	100	7	22,5	1	10	41,630	5,947
T <sub>9</sub>	18,50	0,5	100	7	22,5	1	10	62,857	8,980
T <sub>10</sub>	17,58	0,5	100	7	22,5	1	10	77,314	11,045
T <sub>11</sub>	16,45	0,5	100	7	22,5	1	10	95,071	13,582
T <sub>1</sub>	14,00	0,5	100	14	22,5	1	10	66,786	4,770
T <sub>2</sub>	10,23	0,5	100	14	22,5	1	10	96,407	6,886
T <sub>3</sub>	12,43	0,5	100	14	22,5	1	10	79,121	5,652
T <sub>4</sub>	16,25	0,5	100	14	22,5	1	10	49,107	3,508
T <sub>5</sub>	14,83	0,5	100	14	22,5	1	10	60,264	4,305
T <sub>6</sub>	16,05	0,5	100	14	22,5	1	10	50,679	3,620
T <sub>7</sub>	18,63	0,5	100	14	22,5	1	10	30,407	2,172
T <sub>8</sub>	19,40	0,5	100	14	22,5	1	10	24,357	1,740
T <sub>9</sub>	16,48	0,5	100	14	22,5	1	10	47,300	3,379
T <sub>10</sub>	15,68	0,5	100	14	22,5	1	10	53,586	3,828
T <sub>11</sub>	14,50	0,5	100	14	22,5	1	10	62,857	4,490
T <sub>1</sub>	11,78	0,5	100	21	22,5	1	10	56,152	2,674
T <sub>2</sub>	7,65	0,5	100	21	22,5	1	10	77,786	3,704
T <sub>3</sub>	9,23	0,5	100	21	22,5	1	10	69,510	3,310
T <sub>4</sub>	13,88	0,5	100	21	22,5	1	10	45,152	2,150
T <sub>5</sub>	12,58	0,5	100	21	22,5	1	10	51,962	2,474
T <sub>6</sub>	12,65	0,5	100	21	22,5	1	10	51,595	2,457
T <sub>7</sub>	17,45	0,5	100	21	22,5	1	10	26,452	1,260
T <sub>8</sub>	17,75	0,5	100	21	22,5	1	10	21,863	1,041
T <sub>9</sub>	13,88	0,5	100	21	22,5	1	10	45,152	2,150
T <sub>10</sub>	12,73	0,5	100	21	22,5	1	10	51,176	2,437
T <sub>11</sub>	12,20	0,5	100	21	22,5	1	10	53,952	2,569
T <sub>1</sub>	5,80	0,5	100	35	22,5	1	10	52,486	1,500
T <sub>2</sub>	4,00	0,5	100	35	22,5	1	10	58,143	1,661
T <sub>3</sub>	6,25	0,5	100	35	22,5	1	10	51,071	1,459
T <sub>4</sub>	11,88	0,5	100	35	22,5	1	10	33,377	0,954
T <sub>5</sub>	9,75	0,5	100	35	22,5	1	10	40,071	1,145
T <sub>6</sub>	7,53	0,5	100	35	22,5	1	10	47,049	1,344
T <sub>7</sub>	15,70	0,5	100	35	22,5	1	10	21,371	0,611
T <sub>8</sub>	16,90	0,5	100	35	22,5	1	10	17,600	0,503
T <sub>9</sub>	10,45	0,5	100	35	22,5	1	10	37,871	1,082
T <sub>10</sub>	7,90	0,5	100	35	22,5	1	10	45,886	1,311
T <sub>11</sub>	7,73	0,5	100	35	22,5	1	10	46,420	1,326

**Tabla 33.** Costo de producción/ha (S/) (5000 plantas).

Costo de producción/ha (S/) (5000 plantas)															
Trat.	A									B	C	D	E	F	G
	PT	CV	MS	LIB	R	Mo	S.	Abo.	CMyF	C. Total (S/.)	Plantas/ha	I. B.	U. (S/.)	I. R.	B/C
T <sub>1</sub>	50	300	50	500	250	400	375	1000	150	2675.0	5000	4000	1325.0	0.50	1.50
T <sub>2</sub>	50	300	50	500	250	400	375	2000	150	3675.0	5000	5000	1325.0	0.36	1.36
T <sub>3</sub>	50	300	50	500	250	400	375	3000	150	4675.0	5000	6000	1325.0	0.28	1.28
T <sub>4</sub>	50	300	50	500	250	400	375	800	150	2475.0	5000	4000	1525.0	0.62	1.62
T <sub>5</sub>	50	300	50	500	250	400	375	1600	150	3275.0	5000	5000	1725.0	0.53	1.53
T <sub>6</sub>	50	300	50	500	250	400	375	2400	150	4075.0	5000	6000	1925.0	0.47	1.47
T <sub>7</sub>	50	300	0	500	250	350	375	0	150	1625.0	5000	2500	875.0	0.54	1.54
T <sub>8</sub>	50	300	0	500	250	350	375	40	150	1665.0	5000	3000	1335.0	0.80	1.80
T <sub>9</sub>	50	300	50	500	250	400	375	500	150	2175.0	5000	4000	1825.0	0.84	1.84
T <sub>10</sub>	50	300	50	500	250	400	375	1000	150	2675.0	5000	5000	2325.0	0.87	1.87
T <sub>11</sub>	50	300	50	500	250	400	375	1500	150	3175.0	5000	6000	2825.0	0.89	1.89



**Figura 71.** Pesado de suelo y abono orgánico usado para determinar el porcentaje de humedad.



**Figura 72.** Comparación de los tratamientos al 20 % de abono orgánico.



**Figura 73.** Comparación de los tratamientos al 40 % de abono orgánico.



**Figura 74.** Comparación de los tratamientos al 60 % de abono orgánico.



**Figura 75.** Calibración del medidor electrónico de clorofila SPAD-502.



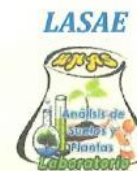
**Figura 76.** Calibración del medidor electrónico de clorofila Falker Chloriflog CFL-1030.



**Figura 77.** Visita del jurado de tesis a los 120 ddt el 13 de junio del 2023



# ANÁLISIS DE SUELOS



## 1. DATOS

SOLICITANTE:	ORTEGA PONTE KEVIN	MUESTREADO POR:	ORTEGA PONTE KEVIN
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCION:	30/01/2023
PROVINCIA:	LEONCIO PRADO	FECHA DE INCICIO DE ENSAYO:	30/01/2023
DISTRITO:	RUPA RUPA	FECHA DE REPORTE:	21/02/2023
CIUDAD:	TINGO MARIA	RECIBO O FACTURA:	23003592
NOMBRE DE LA PARCELA:	BRUNAS	OBSERVACIÓN:	BOLSA CON 1 KG DE MUESTRA

## 2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

N°	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO				pH	CE		M.O.	N	C	P		K	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bases Cambiables	Acidos Cambiables	Saturación de Aluminio
			Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural		dS/cm	disponible				ppm	ppm												
	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA DEL SOLICITANTE	%	%	%		1:1	1:1	%	%	%	ppm	ppm	CAMBIABLES Cmol(+)/kg					%	%	%					
1	S0012	SUELO	70	21	9	Franco Arcillo Arenoso	7.15	0.703	2.581	0.129	1.497	64.754	145.936	5.825	4.711	0.674	0.345	0.095	0.000	0.000	5.825	100.000	0.000	0.000		

Los Resultados presentados son válidos unicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.

Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María

Ing° GILMER MILTON NEIRA TRUJILLO  
Profesional del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI  
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Figura 78. Resultados de análisis inicial del suelo agrícola.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - Celular 944407531

[analisisdesuelosunas@hotmail.com](mailto:analisisdesuelosunas@hotmail.com)



## ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: ORTEGA PONTE KEVIN

DATOS DE LA MUESTRA				RESULTADOS		RESULTADOS EN BASE SECA											
Código	Referencia	PH	CE uS/cm	Humedad Hd (%)	Materia Seca (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Zn ppm	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm
E0003	COMPOST MUNICIPAL	8.50	6170	7.135	92.865	43.504	56.496	1.344	0.540	1.880	0.304	0.369	1.820	75.378	2762.074	15.506	86.523
E0004	COMPOST BIOAPALMA ACEPAT	8.70	7120	23.125	76.875	31.037	68.963	1.456	0.041	1.156	0.139	0.059	0.286	721.951	407.154	41.431	142.569

MUESTREO POR EL SOLICITANTE

Fecha de Análisis: 27/01/23

RECIBO N° 23003395

Tingo Maria 06 de febrero 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo Maria

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI  
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



Figura 79. Resultado del análisis especial del abono orgánico Municipal y Biopalma.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - Celular 944407531

analisisdesuelosunas@hotmail.com



## ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: ORTEGA PONTE KEVIN																	
DATOS DE LA MUESTRA				RESULTADOS		RESULTADOS EN BASE SECA											
Código	Referencia	PH	CE uS/cm	Humedad Hd (%)	Materia Seca (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Zn ppm	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm
E0002	HUMUS	8.70	9470	53.140	46.860	59.038	40.962	1.288	2.513	2.489	1.013	0.822	1.430	181.391	316.901	25.822	714.895

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

Fecha de Análisis: 27/01/23

RECIBO N° 23003396

Tingo María 06 de febrero 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI  
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



Figura 80. Resultado del análisis especial del abono orgánico Lombricompost.



# ANALISIS DE SUELOS



**1. DATOS**

SOLICITANTE:	ORTEGA PONTE KEVIN	MUESTREADO POR:	EL SOLICITANTE
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCION:	18/09/2023
PROVINCIA:	LEONCIOPRADO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	19/09/2023
DISTRITO:	RUPA RUPA	FECHA DE REPORTE:	28/09/2023
LOCALIDAD:	TINGO MARIA	RECIBO O FACTURA:	23849
CULTIVO:	CAFÉ	OBSERVACIONES:	BRUNAS - UNAS

**2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO**

Nº	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO				pH	CE dS/m	M.O. %	N %	C %	P ppm	K ppm	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bases Cambiabiles %	Acidos Cambiabiles %	Saturación de Aluminio %
			Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural																		
	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA	%	%	%	1:1																		
1	S1274-1	T1B1	69.52	7.76	22.72	Franco Arenoso	6.67	0.875	4.904	0.245	2.844	92.791	374.951	17.438	14.749	1.783	0.755	0.152	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
2	S1274-2	T2B1	69.52	7.76	22.72	Franco Arenoso	6.88	1.362	6.186	0.309	3.588	101.936	527.169	23.054	17.832	3.263	1.644	0.316	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
3	S1274-3	T3B1	69.34	7.76	22.90	Franco Arenoso	6.85	0.935	6.947	0.347	4.029	130.861	419.611	20.517	16.932	2.516	0.909	0.160	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
4	S1274-4	T4B1	67.52	9.76	22.72	Franco Arenoso	7.24	0.663	4.904	0.245	2.844	89.009	395.177	17.743	14.774	1.968	0.889	0.113	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
5	S1274-5	T5B1	65.52	11.76	22.72	Franco Arenoso	7.23	0.653	5.874	0.294	3.407	100.022	491.469	21.057	16.826	2.414	1.679	0.139	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
6	S1274-6	T6B1	65.52	9.76	24.72	Franco Arenoso	7.13	0.838	6.896	0.345	4.000	101.128	499.386	21.827	17.088	2.795	1.739	0.205	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
7	S1274-7	T7B1	61.52	11.76	26.72	Franco Arenoso	7.47	0.390	2.671	0.134	1.550	36.685	117.234	9.739	8.482	0.990	0.184	0.083	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
8	S1274-8	T8B1	61.52	11.76	26.72	Franco Arenoso	7.15	0.557	3.371	0.169	1.955	63.568	343.065	11.796	9.911	1.158	0.624	0.103	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
9	S1274-9	T9B1	67.52	9.76	22.72	Franco Arenoso	7.20	0.716	4.699	0.235	2.726	61.824	369.338	12.779	10.336	1.429	0.864	0.150	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
10	S1274-10	T10B1	63.52	9.76	26.72	Franco Arenoso	7.52	0.768	5.772	0.289	3.348	75.946	477.381	15.904	12.632	1.868	1.120	0.284	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
11	S1274-11	T11B1	65.52	9.76	24.72	Franco Arenoso	7.90	1.359	7.269	0.363	4.216	82.791	511.326	16.559	11.984	2.335	1.541	0.699	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
12	S1274-12	T1B2	69.44	7.76	22.80	Franco Arenoso	7.15	0.760	4.883	0.244	2.832	92.919	379.469	17.484	14.775	1.793	0.758	0.157	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
13	S1274-13	T2B2	69.36	7.76	22.88	Franco Arenoso	7.20	1.458	6.078	0.304	3.526	106.530	504.429	22.564	17.027	3.461	1.780	0.296	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
14	S1274-14	T3B2	69.34	7.76	22.90	Franco Arenoso	7.07	0.942	6.977	0.349	4.047	132.148	422.900	21.121	17.114	2.977	0.879	0.151	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
15	S1274-15	T4B2	63.52	9.76	26.72	Franco Arenoso	7.40	0.635	4.699	0.235	2.726	89.388	399.930	17.870	14.909	1.970	0.874	0.117	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
16	S1274-16	T5B2	65.52	9.76	24.72	Franco Arenoso	7.31	0.797	5.874	0.294	3.407	96.704	477.041	21.786	17.459	2.433	1.752	0.143	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
17	S1274-17	T6B2	67.52	7.76	24.72	Franco Arenoso	7.42	0.902	6.487	0.324	3.763	99.214	500.730	22.267	17.657	2.650	1.748	0.213	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
18	S1274-18	T7B2	65.52	9.76	24.72	Franco Arenoso	7.64	0.394	2.692	0.135	1.561	40.471	109.362	9.643	8.389	0.969	0.199	0.086	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
19	S1274-19	T8B2	65.52	11.76	22.72	Franco Arenoso	7.68	0.462	3.422	0.171	1.985	64.036	342.735	12.089	9.845	1.139	1.009	0.096	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
20	S1274-20	T9B2	65.52	9.76	24.72	Franco Arenoso	7.52	0.669	4.429	0.221	2.569	59.017	380.923	12.990	10.645	1.352	0.861	0.132	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
21	S1274-21	T10B2	69.52	7.76	22.72	Franco Arenoso	7.42	0.665	5.823	0.291	3.378	75.649	487.671	15.740	12.987	1.396	1.093	0.264	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
22	S1274-22	T11B2	69.52	7.76	22.72	Franco Arenoso	7.70	1.066	7.294	0.365	4.231	81.306	532.012	16.376	11.792	2.358	1.532	0.694	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.

Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

*(Firma)*  
ING. LUIS GERMAN MANSILLA MINAYA  
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



**Figura 81.** Resultado del análisis de caracterización de suelo al final del experimento.



# ANALISIS DE SUELOS



**1. DATOS**

SOLICITANTE:	ORTEGA PONTE KEVIN	MUESTREADO POR:	EL SOLICITANTE
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCION:	18/09/2023
PROVINCIA:	LEONCIOPRADO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	19/09/2023
DISTRITO:	RUPA RUPA	FECHA DE REPORTE:	28/09/2023
LOCALIDAD:	TINGO MARIA	RECIBO O FACTURA:	23849
CULTIVO:	CAFÉ	OBSERVACIONES:	BRUNAS - UNAS

**2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO**

Nº	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO				pH	CE dS/m	M.O.	N	C	P disponible	K	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bases Cambiables %	Acidos Cambiables %	Saturación de Aluminio %
			Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural																		
	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA	%	%	%	1:1																		
23	S1274-23	T1B3	69.50	7.76	22.74	Franco Arenoso	7.33	0.806	4.955	0.248	2.874	92.876	379.414	17.607	14.895	1.798	0.761	0.153	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
24	S1274-24	T2B3	69.40	7.76	22.84	Franco Arenoso	7.08	0.962	6.027	0.301	3.496	102.957	505.793	22.901	17.114	3.878	1.613	0.297	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
25	S1274-25	T3B3	67.52	7.76	24.72	Franco Arenoso	7.27	0.732	6.956	0.348	4.035	131.287	415.553	20.237	16.459	2.691	0.955	0.131	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
26	S1274-26	T4B3	65.52	9.76	24.72	Franco Arenoso	7.36	0.748	4.291	0.215	2.489	88.410	393.258	17.758	14.869	1.905	0.870	0.114	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
27	S1274-27	T5B3	65.52	9.76	24.72	Franco Arenoso	7.50	0.875	5.923	0.291	3.378	100.575	467.730	19.892	15.513	2.500	1.727	0.152	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
28	S1274-28	T6B3	67.52	9.76	22.72	Franco Arenoso	7.50	0.897	6.870	0.344	3.985	96.960	491.095	22.620	17.958	2.678	1.782	0.201	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
29	S1274-29	T7B3	65.52	11.76	22.72	Franco Arenoso	7.45	0.396	2.707	0.135	1.570	39.620	110.392	10.035	8.764	1.004	0.183	0.084	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
30	S1274-30	T8B3	63.52	11.76	24.72	Franco Arenoso	7.54	0.405	3.473	0.174	2.015	63.747	372.017	11.956	9.887	1.121	0.852	0.097	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
31	S1274-31	T9B3	65.52	9.76	24.72	Franco Arenoso	7.65	0.654	4.597	0.230	2.667	65.482	394.782	12.706	10.236	1.464	0.869	0.137	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
32	S1274-32	T10B3	67.52	9.76	22.72	Franco Arenoso	7.80	1.010	5.568	0.278	3.229	77.546	492.984	15.317	11.868	2.019	1.066	0.364	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
33	S1274-33	T11B3	65.52	9.76	24.72	Franco Arenoso	8.08	1.525	8.581	0.429	4.978	81.497	517.273	16.466	11.541	2.566	1.652	0.707	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
34	S1274-34	T1B4	69.34	7.76	22.90	Franco Arenoso	7.20	1.254	4.939	0.247	2.865	92.748	187.478	17.677	14.985	1.777	0.760	0.154	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
35	S1274-35	T2B4	69.32	7.76	22.92	Franco Arenoso	7.18	1.451	6.140	0.307	3.561	101.341	251.135	22.643	17.435	3.248	1.683	0.279	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
36	S1274-36	T3B4	69.36	7.76	22.88	Franco Arenoso	7.22	1.121	7.023	0.351	4.074	131.818	214.943	19.947	16.322	2.574	0.887	0.165	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
37	S1274-37	T4B4	61.52	9.76	28.72	Franco Arenoso	7.43	0.596	4.853	0.243	2.815	87.091	361.501	17.612	14.696	1.966	0.836	0.114	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
38	S1274-38	T5B4	65.52	9.76	24.72	Franco Arenoso	7.59	0.840	5.874	0.294	3.407	100.192	485.987	21.782	17.552	2.414	1.665	0.152	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
39	S1274-39	T6B4	67.52	9.76	22.72	Franco Arenoso	7.51	0.738	6.436	0.322	3.733	99.724	498.501	22.263	17.433	2.855	1.753	0.222	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
40	S1274-40	T7B4	63.52	11.76	24.72	Franco Arenoso	7.11	0.382	2.656	0.133	1.541	37.919	115.569	10.162	8.820	1.082	0.176	0.084	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
41	S1274-41	T8B4	65.52	11.76	22.72	Franco Arenoso	7.17	1.232	3.586	0.179	2.080	63.228	371.277	12.221	9.972	1.157	0.988	0.105	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
42	S1274-42	T9B4	65.52	9.76	24.72	Franco Arenoso	7.44	0.635	5.619	0.281	3.259	60.378	387.695	13.081	10.716	1.368	0.858	0.140	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
43	S1274-43	T10B4	67.52	9.76	22.72	Franco Arenoso	7.70	0.765	6.385	0.319	3.704	77.010	491.889	15.649	12.416	1.844	1.095	0.293	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000
44	S1274-44	T11B4	67.52	9.76	22.72	Franco Arenoso	7.71	0.788	8.428	0.421	4.889	82.246	525.380	15.320	11.245	1.854	1.553	0.668	0.000	0.000	--	100.000	0.000	0.000

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.

Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

INC. LUIS GERMAN MANSILLA NIÑAYA  
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531

Figura 82. Resultado del análisis de caracterización de suelo al final del experimento.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - Celular 944407531

[analisisdesuelosunas@hotmail.com](mailto:analisisdesuelosunas@hotmail.com)



## ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: KEVIN ORTEGA PONTE				PROCEDENCIA: HUANUCO - LEONCIO PRADO - RUPA RUPA - TINGO MARIA (BRUNAS)													
DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS		RESULTADOS EN BASE HUMEDA		RESULTADOS EN BASE SECA											
Código	Referencia	Humedad Hd (%)	Materia Seca (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Mn ppm	Zn ppm	Fe ppm	Cu ppm
E0212-1	T1B1	75.569	24.431	15.591	8.840	63.818	36.182	1.009	1.287	2.391	0.705	0.181	0.965	351.31	38.405	175.855	38.405
E0212-2	T2B1	64.607	35.393	24.691	10.702	69.763	30.237	1.092	1.801	2.656	0.882	0.196	0.994	362.14	39.378	189.860	49.223
E0212-3	T3B1	76.608	23.392	10.125	13.267	43.285	56.715	1.508	2.345	2.849	0.941	0.229	0.998	394.87	46.907	317.688	66.096
E0212-4	T4B1	65.328	34.672	20.784	13.888	59.946	40.054	0.791	1.121	2.137	0.501	0.101	0.811	189.22	38.762	104.801	25.841
E0212-5	T5B1	69.253	30.747	19.409	11.339	63.123	36.877	0.838	1.200	2.441	0.552	0.116	1.038	291.44	43.862	121.840	32.491
E0212-6	T6B1	70.163	29.837	17.381	12.456	58.252	41.748	0.901	1.435	2.342	0.504	0.114	0.909	196.72	36.738	111.885	21.709
E0212-7	T7B1	67.746	32.254	22.259	9.995	69.012	30.988	0.642	0.996	1.596	0.457	0.092	0.797	60.74	35.637	55.779	17.818
E0212-8	T8B1	72.301	27.699	18.264	9.436	65.935	34.065	0.950	0.172	2.153	0.550	0.103	0.867	194.66	32.443	99.131	32.443
E0212-9	T9B1	70.275	29.725	22.796	6.929	76.689	23.311	0.998	1.703	2.878	0.514	0.115	0.880	82.18	43.604	77.145	26.833
E0212-10	T10B1	70.836	29.164	18.230	10.934	62.510	37.490	1.075	2.223	3.042	0.804	0.124	0.758	181.97	56.492	92.442	37.662
E0212-11	T11B1	72.583	27.417	14.693	12.725	53.589	46.411	0.919	1.903	3.384	0.533	0.162	1.063	191.65	47.321	160.163	40.041
E0212-12	T1B2	72.500	27.500	16.921	10.579	61.531	38.469	0.998	1.308	2.645	0.762	0.179	0.920	358.01	30.847	185.084	38.106
E0212-13	T2B2	71.335	28.665	20.973	7.692	73.165	26.835	1.099	2.017	2.764	0.782	0.186	0.939	370.79	31.503	190.591	39.378
E0212-14	T3B2	68.399	31.601	23.388	8.213	74.010	25.990	1.328	2.126	2.922	0.898	0.213	0.975	394.51	43.563	310.172	59.246
E0212-15	T4B2	68.384	31.616	20.427	11.189	64.610	35.390	0.779	1.120	2.135	0.506	0.108	0.844	196.70	39.498	116.913	28.438
E0212-16	T5B2	63.532	36.468	26.078	10.390	71.510	28.490	0.829	1.235	2.445	0.540	0.113	0.928	293.80	46.570	130.122	34.243
E0212-17	T6B2	67.873	32.127	21.658	10.469	67.415	32.585	0.872	1.371	2.426	0.522	0.112	0.905	178.91	40.343	128.789	32.585
E0212-18	T7B2	70.287	29.713	20.336	9.377	68.443	31.557	0.678	1.069	1.748	0.487	0.098	0.773	56.23	33.572	53.043	20.462
E0212-19	T8B2	72.721	27.279	15.984	11.294	58.596	41.404	1.129	1.695	2.468	0.561	0.103	0.905	194.93	36.640	98.929	36.640
E0212-20	T9B2	69.845	30.155	19.710	10.445	65.363	34.637	0.873	1.763	2.855	0.505	0.101	0.889	89.49	49.718	76.234	26.516
E0212-21	T10B2	70.358	29.642	20.851	8.791	70.342	29.658	1.039	2.391	3.159	0.711	0.120	0.706	202.89	55.609	92.682	38.758
E0212-22	T11B2	70.515	29.485	18.081	11.404	61.322	38.678	0.836	1.990	3.088	0.514	0.125	0.701	117.72	48.981	140.188	40.536

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 00023850

Tingo Maria 30 de octubre del 2023

Fecha de Análisis: 13/10/2023

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

*[Firma]*

JGO. LUIS GERMAN MANSILLA MINAYA  
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Figura 83. Resultado del análisis especial foliar al final del experimento.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - Celular 944407531

[analisisdesuelosunas@hotmail.com](mailto:analisisdesuelosunas@hotmail.com)



## ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: KEVIN ORTEGA PONTE				PROCEDENCIA: HUANUCO - LEONCIO PRADO - RUPA RUPA - TINGO MARIA (BRUNAS)													
DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS		RESULTADOS EN BASE HUMEDA		RESULTADOS EN BASE SECA											
Código	Referencia	Humedad Hd (%)	Materia Seca (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Mn ppm	Zn ppm	Fe ppm	Cu ppm
E0212-23	T1B3	69.482	30.518	20.045	10.474	65.680	34.320	1.064	1.326	2.671	0.735	0.162	0.944	351.37	32.685	170.945	37.588
E0212-24	T2B3	65.784	34.216	24.920	9.295	72.833	27.167	1.205	2.035	2.696	0.803	0.168	0.958	379.74	38.261	200.294	51.652
E0212-25	T3B3	73.968	26.032	14.578	11.454	56.000	44.000	1.277	2.116	2.874	0.874	0.216	0.991	388.23	46.739	312.567	67.187
E0212-26	T4B3	70.736	29.264	19.548	9.716	66.799	33.201	0.727	1.084	2.139	0.516	0.106	0.867	187.29	40.863	110.670	23.837
E0212-27	T5B3	67.746	32.254	22.578	9.676	70.001	29.999	0.938	1.273	2.438	0.545	0.124	1.008	286.69	43.298	123.708	34.020
E0212-28	T6B3	71.314	28.686	16.623	12.064	57.946	42.054	0.976	1.441	2.408	0.541	0.111	1.003	195.50	41.707	112.956	27.804
E0212-29	T7B3	71.396	28.604	23.109	5.495	80.791	19.209	0.666	1.080	1.889	0.495	0.095	0.772	60.42	31.433	57.627	19.209
E0212-30	T8B3	70.232	29.768	18.779	10.989	63.085	36.915	1.016	1.563	2.211	0.504	0.100	0.745	174.84	33.559	105.712	33.559
E0212-31	T9B3	68.821	31.179	20.416	10.762	65.482	34.518	0.844	1.729	2.817	0.507	0.141	0.899	79.58	44.746	73.511	28.765
E0212-32	T10B3	69.342	30.658	18.970	11.688	61.876	38.124	1.096	2.311	3.069	0.712	0.147	0.966	179.54	61.911	96.125	35.843
E0212-33	T11B3	71.172	28.828	16.703	12.126	57.938	42.062	0.894	1.935	3.842	0.502	0.172	1.012	154.05	41.542	152.322	50.197
E0212-34	T1B4	73.164	26.836	16.617	10.219	61.919	38.081	1.043	1.306	2.365	0.783	0.170	0.915	375.24	37.152	198.763	31.579
E0212-35	T2B4	70.985	29.015	13.772	15.242	47.467	52.533	1.161	2.073	2.412	0.886	0.182	0.918	377.61	42.231	219.952	43.990
E0212-36	T3B4	71.585	28.415	17.765	10.650	62.520	37.480	1.235	2.133	2.756	0.898	0.228	0.928	385.82	48.227	313.477	60.284
E0212-37	T4B4	75.964	24.036	14.799	9.236	61.573	38.427	0.792	1.173	2.148	0.510	0.105	0.852	199.40	39.465	101.779	29.080
E0212-38	T5B4	68.720	31.280	20.114	11.167	64.302	35.698	0.929	1.321	2.430	0.540	0.115	0.966	270.92	46.216	129.087	35.061
E0212-39	T6B4	72.159	27.841	16.940	10.901	60.845	39.155	1.126	1.536	2.370	0.517	0.111	0.858	203.11	42.910	89.395	32.182
E0212-40	T7B4	72.695	27.305	16.605	10.700	60.813	39.187	0.677	1.045	1.903	0.491	0.096	0.768	61.71	36.806	56.766	18.696
E0212-41	T8B4	75.217	24.783	14.519	10.264	58.584	41.416	0.994	1.667	2.199	0.504	0.103	0.682	198.44	36.189	100.525	36.189
E0212-42	T9B4	69.660	30.340	21.340	9.000	70.336	29.664	0.831	1.783	2.917	0.527	0.110	0.767	81.91	44.496	79.105	29.664
E0212-43	T10B4	74.529	25.471	15.002	10.469	58.900	41.100	1.132	2.423	3.086	0.880	0.133	0.911	179.08	58.715	95.901	39.143
E0212-44	T11B4	72.141	27.859	16.459	11.400	59.080	40.920	0.884	1.974	3.209	0.524	0.154	0.908	159.73	48.458	161.526	43.074

MUESTREO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 00023850

Tingo María 30 de octubre del 2023

Fecha de Análisis: 13/10/2023

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

DR. LUIS GERMAN MÁNSILLA MINAYA  
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Figura 84. Resultado del análisis especial foliar al final del experimento.