

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



**“CRECIMIENTO DE *Chrysopogon zizanioides* (VETIVER) EN TRES SUELOS CON
DIFERENTES CLASES TEXTURALES CON INSUMOS NUTRICIONALES EN EL
DISTRITO HERMÍLIO VALDIZÁN”**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

GAGÑE GUILDE MURGA RAMIREZ

Asesor:

JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATIAS

Tingo María – Perú

2025



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.

"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 001-2025-FA-UNAS

BACHILLER : GAGÑE GUILDE MURGA RAMIREZ

TÍTULO : "CRECIMIENTO DE *Chrysopogon zizanioides* (VETIVER) EN TRES SUELOS CON DIFERENTES CLASES TEXTURALES CON INSUMOS NUTRICIONALES EN EL DISTRITO DE HERMÍLIO VALDIZÁN"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLORZANO
VOCAL : Dr. VICTORINO RIVAS PULACHE
VOCAL : Ing. JORGE CERON CHAVEZ

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

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 02/01/2025

HORA DE SUSTENTACIÓN : 10:00 A.M.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : Sala de Audiovisuales de la F.A.

CALIFICATIVO : BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 02 DE ENERO DEL 2025

.....
Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLORZANO
PRESIDENTE

.....
Dr. VICTORINO RIVAS PULACHE
VOCAL

.....
Ing. JORGE CERON CHAVEZ
VOCAL

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

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



“CRECIMIENTO DE *Chrysopogon zizanioides* (VETIVER) EN TRES SUELOS CON DIFERENTES CLASES TEXTURALES CON INSUMOS NUTRICIONALES EN EL DISTRITO HERMILIO VALDIZÁN”

Autor	: Gagne Guilde Murga Ramirez
Asesor	: Jaime Josseph Chavez Matias
Área de investigación	: Suelos y fertilizantes
Línea de investigación	: Fertilidad, biología, recuperación, biorremediación, manejo y clasificación de suelos.
Eje temático	: Abonos en vetiver
Lugar de ejecución	: Distrito de Hermilio Valdizán
Duración	: 07 meses
Financiamiento	: 5 940,55 soles
FEDU	: No
Propio	: Sí
Otros	: No

Tingo María – Perú, 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN - DGI
REPOSITORIO INSTITUCIONAL - UNAS
Correo: repositorio@unas.edu.pe



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 104 - 2025 - 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	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/>
-------	-------------------------------------	------------------------------------	--------------------------

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
CRECIMIENTO DE Chrysopogon zizanioides (VETIVER) EN TRES SUELOS CON DIFERENTES CLASES TEXTURALES CON INSUMOS NUTRICIONALES EN EL DISTRITO HERMÍLIO VALDIZÁN	GAGÑE GUILDE MURGA RAMIREZ	12 % Doce

Tingo María, 11 de abril de 2025

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

Dr. Tomás Meléndez Yauri

C.C. Archivo



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

VICERRECTOR DE INVESTIGACION
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

“Promoviendo la Calidad de la Investigación”

FORMATO PARA REGISTRAR EL PROYECTO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la selva
Facultad : Agronomía
Escuela profesional/ : Agronomía
Departamento Académico
Título de la Tesis : “Crecimiento de *Chrysopogon zizanioides* (vetiver) en tres suelos con diferentes clases texturales con insumos nutricionales en el distrito Hermilio Valdizán”
Objetivo General : Determinar la influencia de tres suelos con diferentes clases texturales y distintos insumos nutricionales sobre la biometría de la planta de vetiver (*C. zizanioides*) en el distrito Hermilio Valdizán.
Autor de la Tesis : Gagne Gulde Murga Ramirez
DNI : 76416472
Correo electrónico : murga_96@hotmail.com
Asesores : Jaime Josseph Chavez Matias
Área de Investigación : Suelos y Fertilizantes
Grupo de Investigación : Investigación de Evaluación
Línea de investigación :Fertilidad, biología, recuperación, biorremediación, manejo y clasificación de suelos.
Lugar de Ejecución : Distrito de Hermilio Valdizán
Fecha Inicio : Noviembre, 2022.
Fecha Término : Mayo, 2023
Presupuesto : S/. 5 940,55 soles
Financiamiento : Propio (X) FIF () Externo ()

Según: **Resolución:** N° 461-2023-R-UNAS y Resolución: N° 295-2023-R-UNAS

DEDICATORIA

Doy gracias a Dios por iluminarme siempre,
guiarme por buenos caminos.

A mis queridos padres Guilde Murga y
Teodolfa con infinito amor, cariño y eterna
gratitud por su invaluable apoyo y constante
orientación para la realización de la presente
tesis.

A mis queridos hermanos, Esmeralda, Flor,
Wilde Skinner, por su incondicional apoyo en
cada momento de mi vida y a mi gran primo
Paul Anderson.

A mí Tío, Efraín Ramírez Gómez, por ser el
motivo y razón de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

- A nuestra Universidad Nacional Agraria de la Selva y en especial a los docentes de la Facultad de Agronomía por transmitirme sus enseñanzas y valores para mi formación profesional.
- A mi asesor Ing. M. Sc. Jaime Josseph Chávez Matías por sus sugerencias y recomendaciones en la investigación y elaboración del informe de la presente tesis.
- A mis jurados de tesis: al presidente Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano, y a los vocales Dr. Victorino Rivas Pulache y al Ing. Jorge Cerón Chávez por las observaciones y sugerencias para mejorar y enriquecer el informe de la presente tesis.
- A todos mis familiares, amigos y a aquellas personas que, de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de este trabajo de investigación, hago extensivo mi sincero agradecimiento.
- A los compañeros de trabajo del proyecto Alianza CAFE - TECHNOSERVE, a la Ing. Patricia Tello Reategui, coordinadores Econ. Cesar Santos Pisco e Ing. Segundo Espinoza Rodríguez al Extensionista Ing. Eber Dávila Gamonal y su equipo Técnico, por su apoyo en las coordinaciones y ejecuciones de las evaluaciones mensuales del trabajo en investigación.
- Mi más sincero agradecimiento a los señores León Dionicio Mariano, Guillermo Adriano Lino y Mariño Huaro por su generosa disposición al facilitarme una parte de sus terrenos agrícolas en los centros poblados Tealera, Ugarteche y Manuel Mezones, respectivamente, para realizar la presente investigación.

ÍNDICE

Página

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1.	<i>Chrysopogon zizanioides</i> (vetiver)	3
2.1.1.	Origen y distribución	3
2.1.2.	Usos	3
2.1.3.	Taxonomía	3
2.1.4.	Requerimientos edafoclimáticos	4
2.1.5.	Morfología	5
2.1.6.	Ventajas morfológicas del vetiver	6
2.1.7.	Propagación	6
2.1.8.	Siembra y manejo del vetiver	7
2.1.9.	Aplicación de insumos nutricionales	8
2.2.	Antecedentes	9
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1.	Lugar de ejecución	12
3.1.1.	Ubicación política y geográfica	12
3.1.2.	Ubicación satelital	12
3.1.3.	Clima	12
3.2.	Metodología	13
3.2.1.	Método estadístico	13
3.2.2.	Metodología de ejecución del experimento	15
3.2.3.	Metodología de evaluación	19
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
4.1.	Biometría de la planta vetiver (<i>C. zizanioides</i>)	21
4.1.1.	Emisión de macollos y hojas	21

4.1.2. Volumen radicular	27
4.1.3. Materia seca	36
4.2. Análisis de suelos de los tratamientos en estudio	41
4.2.1. Análisis físico	41
4.2.2. Análisis químico	43
4.2.3. Correlación de Pearson (r) respecto a la biomasa del vetiver	48
V. CONCLUSIONES	51
VI. PROPUESTAS A FUTURO	52
VII. REFERENCIAS	53
ANEXO	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1.	Descripción de los tratamientos en estudio.....	13
2.	Modelo del análisis de variancia.....	14
3.	Resultados del análisis físico y químico de cada suelo experimental.....	16
4.	Análisis de variancia de los tratamientos en estudio sobre los resultados de las variables en la emisión de macollos y hojas de vetiver a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 días después de la siembra (dds) con datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$	22
5.	Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) entre los tratamientos en estudios para la variable número de macollos por golpe de vetiver a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 días después de la siembra (dds) con datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$	24
6.	Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) entre los tratamientos en estudios para la variable número de hojas por golpe de vetiver a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 días después de la siembra (dds) con datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$	25
7.	Análisis de variancia de los tratamientos en estudio sobre los resultados del volumen radicular a los 180 días después de la siembra con datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$	30
8.	Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) entre los tratamientos para la variable volumen radicular a los 180 días después de la siembra [dds] con datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$	31
9.	Análisis de variancia de los tratamientos sobre los resultados de los pesos de materia seca de la hoja y raíz del vetiver con datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$	36
10.	Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) entre los tratamientos para la variable pesos de materia seca de la hoja y raíz del vetiver con datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$	37
11.	Clase textural de los suelos de cada tratamiento en estudio después de 6 meses de la aplicación de los tratamientos en estudio.....	42
12.	pH de los suelos de cada tratamiento después de 6 meses de la aplicación de los tratamientos en estudio.....	44
13.	Macroelementos de los suelos de cada tratamiento después de 6 meses de la aplicación de los tratamientos en estudio.....	46

14.	Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) entre los tratamientos en estudios para la variable número de macollos por golpe de vetiver a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 días después de la siembra (dds) con datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$	58
15.	Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) entre los tratamientos en estudios para la variable número de hojas por golpe de vetiver a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 días después de la siembra (dds) con datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$	59
16.	Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) entre los tratamientos de la variable volumen radicular a los 180 días después de la siembra sin transformar datos a $\sqrt{(x+1)}$	60
17.	Porcentaje promedio del total del volumen radicular obtenido por los tratamientos en base a suelos con diferente clase textural e insumos nutricionales de acuerdo a los rangos de longitud radicular.	60
18.	Análisis de los suelos después de la aplicación de los tratamientos en estudio.....	61
19.	Resultados de la emisión de hojas de vetiver a los 30 dds.....	62
20.	Resultados de la emisión de hojas de vetiver a los 60 dds.....	63
21.	Resultados de la emisión de hojas de vetiver a los 90 dds.....	64
22.	Resultados de la emisión de hojas de vetiver a los 120 dds.....	65
23.	Resultados de la emisión de hojas de vetiver a los 150 dds.....	66
24.	Resultados de la emisión de hojas de vetiver a los 180 dds.....	67
25.	Resultados de la emisión de macollos de vetiver a los 30 dds.....	68
26.	Resultados de la emisión de macollos de vetiver a los 60 dds.....	69
27.	Resultados de la emisión de macollos de vetiver a los 90 dds.....	70
28.	Resultados de la emisión de macollos de vetiver a los 120 dds.....	71
29.	Resultados de la emisión de macollos de vetiver a los 150 dds.....	72
30.	Resultados de la emisión de macollos de vetiver a los 180 dds.....	73
31.	Resultados de la variable volumen radicular (0 – 20 cm) a los 180 dds.....	74
32.	Resultados de la variable volumen radicular (20 – 40 cm) a los 180 dds.....	75
33.	Resultados de la variable volumen radicular (40 – 60 cm) a los 180 dds.....	76
34.	Resultados de la variable peso fresco de las hojas del vetiver a los 180 dds.....	77
35.	Resultados de la variable peso seco de las hojas del vetiver a los 180 dds.....	78
36.	Resultados del peso fresco de la parte radicular (0 – 20 cm) del vetiver.....	79
37.	Resultados del peso fresco de la parte radicular (20 – 40 cm) del vetiver.....	80
38.	Resultados del peso fresco de la parte radicular (40 – 60 cm) del vetiver.....	81
39.	Resultados del peso seco de la parte radicular (0 – 20 cm) del vetiver.	82

40.	Resultados del peso seco de la parte radicular (20 – 40 cm) del vetiver.	83
41.	Resultados del peso seco de la parte radicular (40 – 60 cm) del vetiver.	84
42.	Resultados de los datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$ de la emisión de hojas de vetiver a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 dds.	85
43.	Resultados de los datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$ de la emisión de macollos de vetiver a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 dds.....	87
44.	Resultados de los datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$ del peso fresco de las hojas a los 180 dds.....	89
45.	Resultados de los datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$ del peso seco de las hojas a los 180 dds.	89
46.	Resultados de los datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$ del peso fresco de la parte radicular de 0- 20 cm, 20 – 40 cm y 40 – 60 cm a los 180 dds.....	90
47.	Resultados de los datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$ del peso seco de la parte radicular de 0 - 20 cm, 20 – 40 cm y 40 – 60 cm a los 180 dds.....	91
48.	Resultados de los datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$ del volumen radicular de 0 - 20 cm, 20 – 40 cm y 40 – 60 cm a los 180 dds.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Morfología de vetiver (Detrinidad y Carballo, 2003).	5
2. Imagen satelital de las áreas experimentales (Google Earth Pro, 2023).	12
3. Comportamiento de la emisión del número de macollos y hojas por golpe obtenidos: a) Por los suelos con diferente clase textural en interacción con los insumos nutricionales, b) Por los insumos agrícolas en interacción los suelos con diferente clase textural.....	26
4. Promedio de la emisión de macollos y hojas por golpe obtenido por los tratamientos en base los suelos con diferente clase textural e insumos nutricionales.	28
5. Emisión de macollos y hojas por golpe de los tratamientos en estudio a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 días después de la siembra.	29
6. Comportamiento del volumen radicular del vetiver a los 180 dds: a) Por los suelos con diferente clase textural en interacción con los insumos nutricionales, b) Por los insumos agrícolas en interacción con los suelos con diferente clase textural.....	32
7. Promedio del volumen radicular del vetiver obtenido por los tratamientos en base a los suelos con diferente clase textural e insumos nutricionales.	34
8. Promedio del volumen radicular de los tratamientos en base a suelos con diferente clase textural e insumos nutricionales según rangos de longitud radicular.	35
9. Comportamiento del peso de la materia seca de la parte aérea y parte radicular obtenidos: a) Por los suelos con diferente clase textural en interacción con los insumos nutricionales, b) Por los insumos agrícolas en interacción con los suelos con diferente clase textural.....	38
10. Promedio del peso de materia de la parte aérea y radicular del vetiver de los tratamientos en base a suelos con diferente clase textural e insumos nutricionales. .	39
11. Correlación de Pearson del peso de materia seca de la planta (MSP) con: a. Número de macollos por planta, b. Hojas por planta, c. Volumen radicular.	41
12. Promedio de macronutrientes en los suelos obtenidos por los tratamientos en base a suelos con diferente clase textural e insumos nutricionales.	47
13. Correlación de Pearson (r) entre las características químicas del suelo [variable independiente] con la biomasa de la planta de vetiver [variable dependiente] de los tratamientos en estudio.....	49

14.	Análisis de suelos antes de la aplicación de los tratamientos en estudio [23 de marzo 2021].	93
15.	Análisis final de los suelos de los tratamientos en base al suelo franco [1 de marzo del 2022].	94
16.	Análisis final de los suelos de los tratamientos en base al suelo arcilloso [1 de marzo del 2022].	95
17.	Análisis final de los suelos de los tratamientos en base al suelo franco arcilloso [1 de marzo del 2022].	96
18.	Limpieza del terreno en el bloque II.	97
19.	Elaboración de los monolitos en el bloque I.	97
20.	Medición del monolito.	98
21.	Siembra de los esquejes de vetiver en el monolito.	98
22.	Esquejes de vetiver sembrados en el bloque I.	99
23.	Esquejes sembrados en el bloque II.	99
24.	Aplicación del biofertilizante a los esquejes de vetiver.	100
25.	Evaluación biométrica de las plantas de vetiver.	100
26.	Evaluación biométrica de las plantas de vetiver del bloque II.	101
27.	Fertilizante fosfato diamónico.	101
28.	Insumos y preparación del biofertilizante.	102
29.	Compost ODINSU.	103
30.	Croquis de la parcela experimental.	103
31.	Croquis del área experimental.	104

RESUMEN

Esta investigación se llevó a cabo en tres áreas del distrito de Hermilio Valdizán para evaluar el desarrollo del vetiver (*C. zizanioides*) en suelos franco, arcilloso y franco arcilloso, aplicando compost, fosfato diamónico y biofertilizante, lo que generó 12 tratamientos distribuidos en un diseño de bloques completamente al azar. A los 180 días después de la siembra, se observó que los tratamientos T₂ (Suelo franco + Fosfato diamónico), T₃ (Suelo franco + Biofertilizante), T₁₀ (Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico) y T₁₁ (Suelo franco arcilloso + Biofertilizante) promovieron mayor biomasa en las plantas de vetiver comparados con los demás tratamientos en estudio. El suelo franco, independientemente de la aplicación de insumos, tuvo un efecto positivo en la biomasa del vetiver, demostrando su capacidad para desarrollarse en suelos con alta saturación de aluminio (63,69 %). Además, se observaron modificaciones en la textura del suelo, posiblemente debido al extenso sistema radicular del vetiver, con aumentos significativos en los niveles de fósforo. Asimismo, los tratamientos T₂ y T₁₂ (Suelo franco arcilloso) se destacaron por aumentos en materia orgánica, nitrógeno y fósforo. Por último, se confirmó una relación positiva entre la capacidad de intercambio catiónico eficiente (CICe) y la biomasa del vetiver, subrayando la importancia de una mayor CICe para el desarrollo óptimo de la planta.

Palabras clave: *Chrysopogon zizanioides*, tipos de suelos, clase textural, nutrición.

ABSTRACT

This research was carried out in three areas of the Hermilio Valdizán district to evaluate the development of vetiver (*C. zizanioides*) in loam, clay and clay loam soils, applying compost, diammonium phosphate and biofertilizer, which generated 12 treatments distributed in a Completely randomized block design. At 180 days after sowing, it was observed that treatments T₂ (Loam soil + Diammonium phosphate), T₃ (Loam soil + Biofertilizer), T₁₀ (Clay loam soil + Diammonium phosphate) and T₁₁ (Clay loam soil + Biofertilizer) promoted greater biomass in the plants. of vetiver compared to the other treatments in the study. The loam soil, regardless of the application of inputs, had a positive effect on the biomass of vetiver, demonstrating its ability to develop in soils with high aluminum saturation (63,69 %). In addition, modifications in soil texture were observed, possibly due to the extensive root system of vetiver, with significant increases in phosphorus levels. Likewise, treatments T₂ and T₁₂ (clay loam soil) stood out for increases in organic matter, nitrogen and phosphorus. Finally, a positive relationship between efficient cation exchange capacity (CICe) and vetiver biomass was confirmed, underlining the importance of a higher CICe for optimal plant development.

Keywords: *Chrysopogon zizanioides*, soil types, textural class, nutrition.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, *Chrysopogon zizanioides*, llamado comúnmente como vetiver; está teniendo importancia significativa en Perú debido a sus diversas aplicaciones en agricultura, conservación del suelo, protección ambiental y otras áreas. Por ejemplo, se ha reportado que el vetiver es ampliamente utilizado en la conservación del suelo por su capacidad para prevenir la erosión debido a sus raíces profundas y densas, las cuales ayudan a estabilizar los suelos en terrenos con pendientes altamente inclinados (Detrinidad y Carballo, 2003). Asimismo, en zonas propensas a inundaciones, el vetiver se utiliza para controlar la erosión de ríos y arroyos, como también para estabilizar márgenes de los cuerpos de agua, ayudando a prevenir las fatídicas inundaciones y deslizamientos de tierra (León, 2021; Chávez, 2022). Sin embargo, hay reportes que, vetiver es efectiva en la fitorremediación de suelos y aguas contaminadas por metales pesados, agroquímicos y otros contaminantes, gracias a su capacidad para absorber y acumular estos contaminantes (Rivera, 2018; Concha et al., 2019; Huamán, 2021).

En decir, el vetiver destaca por su sencillez, practicidad y bajo costo de mantenimiento, así como por su alta eficacia en la conservación del suelo y agua, estabilización de tierras, control de la sedimentación y fitorremediación. No obstante, se ha observado que el crecimiento del vetiver puede verse afectado por las características específicas de las diferentes clases de textura de los suelos. Es decir, los problemas relacionados con las diferentes clases de textura de los suelos en el desarrollo del vetiver, pueden incluir limitaciones en la retención de agua, disponibilidad de nutrientes esenciales, compactación o acidez, que afectan negativamente el crecimiento de las raíces y rendimiento de esta planta. Por otro lado, la aplicación de insumos como un fertilizante inorgánico y fertilizantes de origen orgánico podría presentar desafíos. Los fertilizantes inorgánicos, aunque son más efectivos para suministrar nutrientes rápidamente, pueden causar salinidad del suelo o contaminación si no se dosifican adecuadamente, mientras que los fertilizantes orgánicos podrían tener mayor variabilidad en su composición o liberación lenta de nutrientes, lo que podría no satisfacer las demandas inmediatas de la planta. Además, una aplicación inadecuada de cualquiera de los insumos podría alterar el equilibrio nutricional, reduciendo la eficacia del cultivo y afectando su desarrollo óptimo.

En síntesis, el vetiver es una planta capaz de soportar condiciones extremas del suelo, aunque su desarrollo y crecimiento pueden ser afectados por la falta de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio en tales condiciones adversas. En estas circunstancias, podría ser necesario emplear fertilizantes u otros productos orgánicos para mejorar la calidad del suelo y estimular un mejor crecimiento del vetiver. Es muy posible que, la aplicación de compost o biofertilizante, que son fuentes ricas de materia orgánica pueden enriquecer el suelo y de ese

modo, proporcionar los elementos necesarios para el crecimiento de vetiver. Por otro lado, la aplicación de fosfato diamónico, que es una fuente de fósforo soluble, podría ser fácilmente absorbida por las raíces del vetiver, lo que podría ayudar a mejorar su crecimiento y desarrollo. Por lo tanto, es muy necesario la evaluación precisa del crecimiento y desarrollo de vetiver en distintas condiciones edafoclimáticas y aplicación de distintos insumos, es fundamental para determinar su adaptabilidad y maximizar el potencial de uso en diversas aplicaciones agrícolas.

En este contexto, el presente estudio se centra en la evaluación biométrica de vetiver, en tres suelos con diferente clase textural y con el empleo de insumos orgánicos e inorgánicos en el distrito de Hermilio Valdizán. Este trabajo busca proporcionar una comprensión profunda de la respuesta de esta especie a las variaciones del suelo y aplicación de distintos tipos de insumos, con el fin de informar y mejorar las prácticas agrícolas y de conservación del suelo en la región. Por tanto, la hipótesis principal de este estudio es que, al menos bajo un tipo de suelo y mediante la aplicación de algún tipo de insumo, se observarán resultados óptimos en cuanto al desarrollo y crecimiento del vetiver.

Objetivo general:

1. Determinar la influencia de tres suelos con diferentes clases texturales y distintos insumos nutricionales sobre la biometría de la planta de vetiver (*C. zizanioides*) en el distrito Hermilio Valdizán.

Objetivos específicos:

1. Determinar qué suelo con diferente clase textural e insumo nutricional desarrolla mejores características biométricas en las plantas de vetiver.
2. Determinar la variación de las propiedades físicas y químicas de los suelos después de la aplicación de los tratamientos en estudio.
3. Determinar que indicador químico del suelo está relacionado con el crecimiento y desarrollo de la planta de vetiver.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. *Chrysopogon zizanioides* (vetiver)

2.1.1. Origen y distribución

C. zizanioides, antes conocida como *Vetiveria zizanioides*, es una planta perenne originaria de la India. El término "vetiver" proviene del idioma tamil que significa "raíz que está desenterrada". En el norte de la India, también se conoce como Khus. Se encuentra comúnmente en regiones tropicales y subtropicales de Asia, especialmente en India, Sri Lanka, Nepal y Bangladesh. Sin embargo, debido a su valor en la agricultura y la jardinería, así como en la industria del perfume, se ha introducido y cultivado en muchas otras partes del mundo, incluyendo países de África, América Central y del Sur, el Caribe, Australia y partes de Europa (Bustamante y Pérez, 2019). Esta gramínea, ha demostrado se adapta a una amplia variedad de condiciones ambientales, desde el nivel del mar hasta altitudes de 2000 metros sobre el nivel del mar (Rivera, 2018). En Perú, *C. zizanioides*, ha sido introducido y cultivado en varias regiones del país y se utiliza en proyectos de restauración ecológica, reforestación de riberas, control de deslizamientos de tierra y agricultura sostenible (Huamán, 2021; León, 2021).

2.1.2. Usos

El vetiver, se utiliza extensamente en bioingeniería para el control de la erosión y fitorremediación de suelos y aguas contaminados por metales pesados, hidrocarburos y otros contaminantes. Además de sus aplicaciones ambientales, el vetiver posee una larga historia de uso en la medicina ayurvédica, donde se considera la raíz amarga, refrescante y estomacal, utilizada como antídoto contra venenos y recomendada para diversas afecciones como fiebres biliosas y enfermedades de la sangre. En perfumería, el aceite esencial de vetiver es apreciado por su fragancia y sus propiedades ahuyentadoras de insectos, mientras que su uso en la estabilización de taludes y el tratamiento de aguas residuales ha ganado reconocimiento en los últimos años. Además, el vetiver se ha empleado en la alimentación, como ingrediente en el jarabe saborizante Rooh afza, típico de la India (Concha et al., 2019; Chávez, 2022).

2.1.3. Taxonomía

Según Global Biodiversity Information Facility (2024), la clasificación taxonómica de vetiver es la siguiente:

Reino	: Plantae.
División	: Tracheophyta.
Clase	: Liliopsida.
Orden	: Poales.
Familia	: Poaceae.

Género : *Chrysopogon* Trin.
Especie : *C. zizanioides* (L.) Roberty
Nombre común : Vetiver.

2.1.4. Requerimientos edafoclimáticos

2.1.4.1. Suelo

El vetiver exhibe una destacada capacidad de tolerancia a un amplio rango de pH, desde 3,30 hasta 12,50, sin necesidad de realizar enmiendas en el suelo. Esta planta es eficiente en la acumulación de metales pesados y puede prosperar en suelos con niveles moderadamente salinos a muy salinos, mostrando una tolerancia moderadamente alta al sodio (33 % PSI) (Truong y Thai, 2015). Además, presenta una alta tolerancia a niveles de saturación de aluminio del 68 % cuando se suministran adecuados niveles de fósforo y nitrógeno. Destaca por su eficacia en la absorción de nutrientes como el nitrógeno, fósforo y metales pesados presentes en aguas contaminadas, mostrando especial resistencia al aluminio, manganeso y otros metales pesados en los suelos (Rivera, 2018; Bustamante y Pérez, 2019). Sin embargo, es crucial tener en cuenta que el vetiver es una especie intolerante a la sombra y prefiere desarrollarse en áreas abiertas y libres de malezas, aunque puede tolerar niveles de sombra de hasta el 50 % después de establecerse. En cuanto a su propagación, se aconseja buscar un equilibrio en suelos con una textura que favorezca la retención de agua, siendo preferibles aquellos que no sean excesivamente arenosos ni arcillosos. Es fundamental que el suelo tenga una profundidad adecuada, idealmente de 50 cm o más, y que no llegue a presentar limitaciones en el crecimiento de las raíces debido a capas subterráneas. El vetiver muestra predilección por suelos franco-arcillosos a arcillosos (Siñani, 2012; Callirgos, 2014).

2.1.4.2. Clima

Esta gramínea, exhibe notable capacidad de adaptación a diversas altitudes, desde el nivel del mar hasta más de 2500 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), aunque se ha registrado su cultivo en algunas áreas del Perú hasta los 3500 m.s.n.m., donde aún está en fase de evaluación (Concha et al., 2019; León, 2021). El vetiver muestra marchitez cuando la temperatura del suelo alcanza entre -10 °C y -15 °C por un período de dos a tres días. La temperatura óptima para la fotosíntesis oscila entre 30 °C a 35 °C, pudiendo tolerar incluso temperaturas superiores a 45 °C. Clasificado como una planta tropical “C4”, puede continuar su crecimiento rápidamente con el aumento de la temperatura, siempre que haya humedad y nutrientes disponibles (Siñani, 2012; Huamán, 2021). En cuanto a la humedad, vetiver muestra una notable resistencia a la sequía debido a su extenso sistema radicular de hasta 5 m, siendo capaz de tolerar tanto terrenos secos como pantanosos e incluso parcialmente anegados por más

de tres meses. Preferiblemente, crece mejor bajo condiciones húmedas con lluvias que duren al menos tres meses y superen los 700 mm anuales, aunque también puede adaptarse a condiciones de baja humedad con precipitaciones de 300 mm anuales con un manejo adecuado. Además, puede soportar sequías extremas gracias a su alto contenido de sales en la savia de sus hojas, así como inundaciones prolongadas de hasta 45 días (Callirgos, 2014; Truong y Thai, 2015).

2.1.5. Morfología

De acuerdo a Detrinidad y Carballo (2003), vetiver es una planta herbácea perenne cuyas características morfológicas distintivas: a) Altura y raíces: El vetiver alcanza alturas entre 0,50 y 1,50 m. Sin embargo, su característica notable radica en sus raíces, que se llega a extender hasta profundidades de 4,00 m. Estas raíces forman una red ramificada y esponjosa. b) Tallos y hojas: Sus tallos son rígidos y agrupan en grandes manojos. Las hojas son relativamente largas y estrechas, con una textura lisa, pero con bordes ásperos hacia abajo. c) Inflorescencia: La inflorescencia se presenta en forma de panícula, que varía en color desde tonos rosados hasta morados compuesto por diversos racimos delgados dispuestos en verticilos. d) Espiguillas: Las espiguillas son estrechas, puntiagudas y carecen de aristas. Una espiguilla es sécil, hermafrodita y ligeramente aplanada lateralmente, con espinas cortas y agudas, tres estambres y dos estigmas plumosos. Asimismo, la otra espiguilla llega a presentar un pedicelo y un solo estambre. A continuación, la descripción morfológica del vetiver (Figura 3).

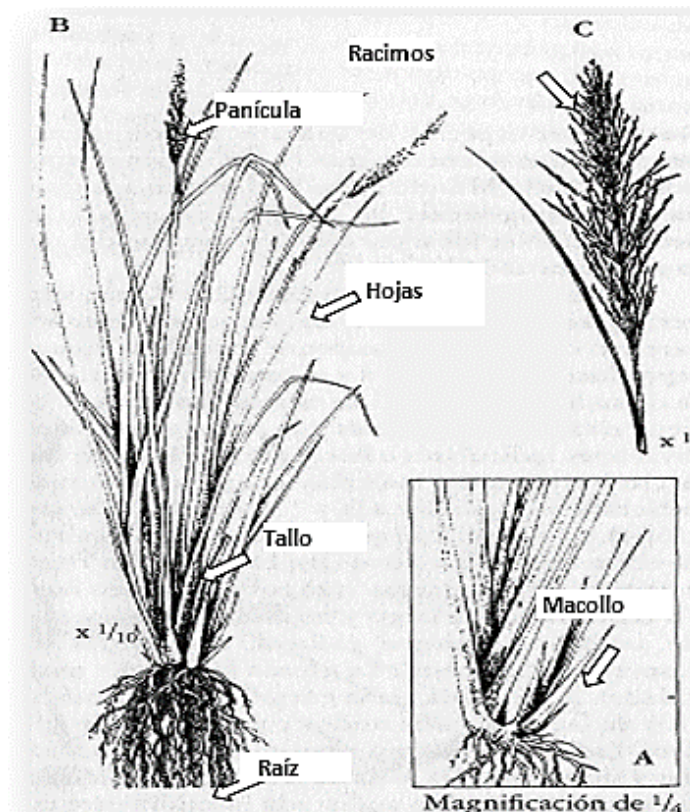


Figura 1. Morfología de vetiver (Detrinidad y Carballo, 2003).

2.1.6. Ventajas morfológicas del vetiver

2.1.6.1. Sistema radicular

El éxito de la utilización del vetiver para remediar suelos y aguas contaminadas se debe a la interacción de sus raíces con los cuerpos de agua y suelos que están contaminados. Esta gramínea cuenta con un sistema de raíces intrincado, abundante, complejo y extenso, que alcanza profundidades de 3 a 4 m durante el primer año después de la siembra y hasta 7 m después de 36 meses. Estas características particulares permiten al vetiver sobrevivir en condiciones de sequía extrema al absorber humedad desde las capas más profundas del suelo, además de evitar que las corrientes de agua arranquen las plantas. Sin embargo, en áreas donde el nivel freático es alto, el sistema radicular puede no ser tan extenso. La mayoría de las raíces del vetiver son muy delgadas, con un diámetro promedio de 0,66 mm, y su crecimiento vertical puede alcanzar hasta 3 cm por día a una temperatura del suelo de 25 °C, aunque a temperaturas más altas no se observa un crecimiento significativamente mayor. A temperaturas más bajas, como 13 °C, aún se registra crecimiento en las raíces, lo que indica que el vetiver no entra en latencia bajo esa temperatura. La expansión lateral de las raíces oscila entre 0,15 y 0,29 m, con un promedio de 0,23 m, y en algunos estudios se ha observado un crecimiento de hasta 25 cm de ancho en las raíces de esta gramínea. Finalmente, ocho meses después de la siembra, cada planta produce aproximadamente 0,48 kg de raíces secas (Truong y Thai, 2015).

2.1.6.2. Retoños del vetiver

La planta de vetiver exhibe una estructura de hojas y brotes poco convencional. A diferencia de otros pastos o gramíneas, presenta hojas en forma de V con una costilla central prominente, que llega a regular su apertura y cierre. En condiciones de humedad o encharcamiento, sus hojas se abren para incrementar la transpiración. En contraste, durante la sequía, sus hojas se cierran para conservar la humedad, demostrando su notable resistencia a la falta de agua. Los brotes del vetiver son rígidos y rectos, formando una densa cubierta que da forma a un embudo con hojas inclinadas entre 45 ° y 135 °, a diferencia de plantas de hojas anchas o la mayoría de los pastos que suelen presentar hojas horizontales. Esta disposición tiene implicaciones significativas, ya que expone la mayoría de las hojas al sol durante más tiempo y con un mínimo de sombra entre ellas, lo que aumenta la superficie de hojas para la fotosíntesis y promueve mayor crecimiento en comparación con otras plantas (Truong y Thai, 2015).

2.1.7. Propagación

Hay cuatro técnicas disponibles para propagar vetiver. La primera opción implica la separación de brotes maduros de la planta madre, obteniendo esquejes que se pueden plantar directamente en el campo o en recipientes. El segundo, se emplea partes de la planta

madre de vetiver para la propagación. El tercer método involucra la multiplicación de yemas o la micropropagación in vitro para la propagación a gran escala. Por último, el cuarto método implica el cultivo de tejidos, utilizando una pequeña porción de la planta para una propagación a gran escala (Detrinidad y Carballo, 2003). Sin embargo, propagar por esquejes, garantiza la conservación de las mismas características genéticas. Un esqueje se define como un material de propagación asexual compuesto por secciones de tallos y hojas de 15 a 20 cm de altura, con una pequeña porción de raíces de no más de 5 cm. La propagación suele tener dos propósitos: establecer plantas proveedoras de esquejes en áreas planas y uniformes, y llegar a contribuir a la conservación del suelo y agua, y como contrarrestar la contaminación y otros usos múltiples. El procedimiento para la propagación de esquejes implica cortar las hojas y tallos, separar las plantas de la mata en varias partes, limpiar las hojas secas y podridas, cortar las raíces y lavarlas. Los esquejes se agrupan en paquetes y se remojan en agua durante unos días hasta que las raíces alcancen un tamaño adecuado para el trasplante. Dependiendo de las condiciones, se pueden utilizar prácticas adicionales, como uso de fertilizantes o fitohormonas. Los esquejes pueden llegar a ser colocados en camas con sustrato húmedo si el trasplante al campo definitivo se retrasa. Un macollo de vetiver puede producir entre 20 y 30 esquejes a los cuatro o seis meses de edad, y al plantar una hectárea con una densidad específica, se pueden obtener entre 800,000 y 1,200,000 esquejes por hectárea (Siñani, 2012; Callirgos, 2014; Rivera, 2018; Chávez, 2022).

2.1.8. Siembra y manejo del vetiver

2.1.8.1. Siembra

Se sugiere realizar la siembra tanto en la temporada de sequía y al inicio de la temporada de lluvias. Durante la sequía, se debe regar a diario para asegurar la supervivencia de los esquejes, manteniendo la tasa de mortalidad por debajo del 5 %. Al inicio de la temporada de lluvias, se riega durante la siembra hasta el inicio de las precipitaciones, reduciendo la mortalidad de los esquejes a menos del 1 %. Para realizar la siembra, se debe excavar zanjas con dimensiones de 15 a 20 cm de ancho y profundidad. Luego se selecciona los esquejes con buen enraizamiento, con 2 a 3 brotes, y ubicarlas en el centro de cada hilera con intervalos de 10-12 cm en suelos erosionables y 15 cm en suelos normales (Xala, 2020). Se comprobó que al sembrar barreras vivas en surcos con tres esquejes separados entre sí por 10 cm sembradas bajo el sol mostraron una respuesta favorable, con una producción entre 40 a 50 esquejes por macollo. En contraste, las barreras plantadas bajo sombra tuvieron un desarrollo más lento y una producción escasa. Después de aproximadamente 210 días, cada macollo bajo sombra generó entre 30 a 40 esquejes y se registró un crecimiento del follaje de hasta 1,57 m al cabo de un año y medio bajo estas condiciones (Truong y Thai, 2015).

2.1.8.2. Manejo agronómico del vetiver

El mantenimiento del vetiver comprende diversas acciones para asegurar su óptimo desarrollo y crecimiento. Por lo tanto, Xala (2020) recomienda lo siguiente: a) Riego, se recomienda una frecuencia diaria durante las primeras dos semanas después de la siembra en áreas con clima seco, reduciéndola luego a un día de por medio hasta que las plantas estén completamente establecidas; una vez alcanzada la madurez. b) Resiembra, debe llevarse durante el primer mes después de la siembra, reemplazando las plantas que no se establecen adecuadamente. c) Control de malezas, es fundamental controlar las malezas, especialmente las trepadoras, durante el primer año de crecimiento. Para reducir las malezas, se puede aplicar un herbicida preemergente como Atrazina. d) Fertilización: Después de la siembra, se debe cubrir las raíces con 2 a 4 cm de suelo y compactarlo firmemente para luego aplicar fosfato diamónico a una dosis de 100 g cada 1,00 m entre hilera. En suelos sulfato ácidos, se puede agregar una cantidad equivalente de cal, luego se recomienda aplicar fosfato diamónico o un fertilizante a base de NPK al inicio de la segunda temporada de lluvias. e) Poda: Se debe podar después de cinco meses, recortando las barreras vivas a una altura de unos 15-20 cm sobre el nivel del suelo para promover el desarrollo de nuevos brotes y reducir la acumulación de hojas secas.

2.1.9. Aplicación de insumos nutricionales

2.1.9.1. Compost

El compost se realiza a partir de residuos vegetales derivados de cosechas y podas para aprovechar estos restos al transformarlos en materia orgánica de calidad. Esta materia orgánica, al ser incorporada al suelo, contribuye a mejorar tanto su estructura como su actividad biológica (Dimas et al., 2001). También se considera un fertilizante, porque aporta nutrientes, como enmienda orgánica para el suelo, logrando mejorar su estructura, estimulando la diversidad y actividad microbiana en el suelo (Palmero, 2010). El compost logra aumentar la estabilidad de los agregados, aumenta la porosidad total y capacidad de infiltración del agua, y favorece el movimiento dentro del suelo y crecimiento radicular. Asimismo, la acción de los microorganismos presentes en el compost reduce la población de fitopatógenos (nematodos, bacterias y hongos). Sin embargo, estos microorganismos inducen en la formación de humus a partir de la materia orgánica del compost, generando un complejo más duradero que solo se encuentra en el suelo y que juega un papel crucial en su fertilidad natural (Acevedo et al., 2014).

2.1.9.2. Biofertilizante

Los biofertilizantes, también llamados biofermentos o bioles, son abonos líquidos elaborados a partir de estiércol de ganado vacuno. Este estiércol es fresco y es enriquecidos con diversos ingredientes como leche, melaza, ceniza, y a veces, harina de rocas

molidas o sales minerales (Acevedo et al., 2014). Estos compuestos se fermentan durante varios días bajo un sistema anaeróbico para nutrir y revitalizar el suelo, fortalecer la fertilidad de las plantas y protegerlas contra insectos y enfermedades (Dimas et al., 2001). Se usan como una alternativa sostenible a los fertilizantes químicos, ya que promueven el crecimiento vegetal y mejoran la vida microbiana del suelo, equilibran la nutrición y fortalecen las defensas de las plantas gracias a compuestos orgánicos y minerales (Cotrina, 2019). Finalmente, la aplicación de biofertilizante puede ser tanto al suelo como foliar, pero se debe tener cuidado de no aplicar dosis excesivas cerca del tronco de las plantas para evitar quemaduras en las raíces. Se debe manejar con precaución los biofertilizantes debido a la presencia de elementos pesados que acidifican el suelo, como los nitratos y durante su elaboración, se debe seleccionar plantas sanas para evitar la transmisión de enfermedades (Cruz et al., 2020).

2.1.9.3. Fosfato diamónico

El fosfato diamónico $[(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4]$ es un compuesto inorgánico, que se utiliza como fertilizante debido a su alto contenido de fósforo y nitrógeno, dos nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Este fertilizante proporciona a las plantas una fuente de fósforo que es altamente soluble en agua, facilitando su absorción por las raíces ya sea a través de sistemas de riego o aplicados de forma directa al suelo. Además, el nitrógeno amoniacal presente en el fosfato diamónico está disponible para las plantas, lo que contribuye al desarrollo saludable de las mismas. Su forma granular o cristalina lo hace fácil de almacenar y aplicar en diferentes tipos de suelos y en todos los cultivos, mejorando su productividad y promoviendo un crecimiento óptimo de las plantas. Asimismo, su carácter ligeramente ácido contribuye a ajustar pH alcalinos en el suelo, mejorando la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Es decir, aplicado correctamente, puede contribuir a mitigar la lixiviación de nutrientes y contaminación de aguas subterráneas, reduciendo el impacto ambiental (Zhou et al., 2022).

2.2. Antecedentes

Según Briceño y Bolívar (2007), en su investigación sobre la eficiencia del vetiver en la conservación de suelos de laderas, se concluyó lo siguiente: Las barreras vivas de vetiver colocadas a una distancia de 16 m son efectivas para reducir la pérdida de suelo, así como la pérdida de materia orgánica, fósforo, potasio, magnesio, etc., en un sistema de cultivo de yuca. La eficiencia de estas barreras está directamente relacionada con el tiempo ya establecidas, siendo más eficaces cuanto más tiempo han estado presentes. El método de estacas graduadas utilizado para medir la erosión resultó poco práctico durante la lectura, ya que las graduaciones perdían nitidez y algunas se borraban por completo. Además, el ancho de las estacas causó sedimentación en algunos casos. Se recomienda lecturas al menos mensuales para monitorear

la evolución del proceso erosivo durante el período de observación. Es importante realizar otra recopilación de datos en las parcelas de estudio, especialmente enfocándose en la estabilidad del vetiver en relación con el cerco y la anchura de las barreras, utilizando cabillas de erosión durante el próximo período lluvioso.

Investigación realizada por Gomis y Ródriguez (2010) sobre la manera en que el vetiver (*C. zizanioides*) responde a distintas condiciones agroclimáticas y prácticas de manejo, concluyó lo siguiente: La ubicación geográfica afecta significativamente el desarrollo del vetiver, siendo el bosque seco tropical la condición donde se obtuvo el mejor crecimiento de la planta en términos de altura, diámetro de macollo, número de hijos y producción de biomasa. Se encontró que la combinación de fertilización, presiembra y número de esquejes sembrados fue la más eficiente en términos de rendimiento y desarrollo de la planta, mientras que la poda no mostró ser determinante en este aspecto. Esto indica que ciertas prácticas de manejo pueden influir en el éxito del cultivo del vetiver. Los resultados sugieren que las barreras de vetiver tienen un potencial prometedor como práctica de conservación de suelos y aguas, especialmente en condiciones de bosque seco tropical. Sin embargo, en otras localidades puede requerir más tiempo o un mayor número de plantas para lograr resultados óptimos.

Los resultados obtenidos en el estudio realizado por Siñani (2012) sobre el efecto de la altura de corte y número de cepas en la producción de vetiver (*C. zizanioides*) conducen a las siguientes conclusiones: La plantación con 3 cepas alcanzó una altura promedio de 133,20 cm, siendo estadísticamente superior a las alturas obtenidas con 2 y 1 cepas, respectivamente. Se observaron diferencias significativas en la altura de la planta al aplicar distintas alturas de corte, siendo el tratamiento a 40 cm el que obtuvo la mayor altura promedio. La producción de macollos por planta, varió significativamente entre 3 cepas, 2 cepas y 1 cepa, con un aumento notable al establecer las 3 cepas. Se llegaron a observar diferencias significativas en el número de macollos por planta al aplicar diferentes alturas de corte. Las 3 cepas mostraron mayor índice de área foliar, con diferencias estadísticas significativas en comparación con las 2 cepas y 1 cepa, respectivamente. Se registraron diferencias significativas en el rendimiento de materia seca entre las distintas cepas y alturas de corte, siendo el tratamiento tres cepas con poda a 40 cm, obtuvo el mayor rendimiento. El tratamiento C1P3 (plantación con una cepa con poda a los 50 cm) mostró el mayor beneficio neto, seguido por los tratamientos C1P2 (plantación con una cepa con poda a los 40 cm) y C1P1 (plantación con una cepa con poda a los 30 cm), mientras que los demás tratamientos fueron considerados dominados en términos económicos.

Las condiciones experimentales y el manejo aplicado durante el estudio llevado a cabo por Fernández y Morillo (2015), determinaron que la preparación previa del material, la

siembra oportuna de tres esquejes por golpe y con buen suministro adecuado de agua durante los primeros cinco meses fueron factores cruciales que garantizaron alta tasa de supervivencia del 100 % de las plantas madres de vetiver (*C. zizanioides*). Asimismo, el distanciamiento entre plantas tuvo un impacto significativo en el diámetro de la corona, número de macollos y la producción de fibra por macollo, observándose incrementos sustanciales en estos indicadores a medida que llegó a aumentar la distancia entre las plantas. Los análisis estadísticos revelaron diferencias significativas entre los tratamientos, con diámetros de corona que oscilaron entre 11,50 a 14,60 cm. Las ecuaciones de regresión desarrolladas pueden ser útiles para estimar el número de macollos y peso de fibra seca por macollo en función del diámetro de la corona. Se concluye que una mayor densidad de siembra puede compensar la producción de macollos y fibra, lo que influye en la decisión de producir plantas madres en campo abierto. Finalmente, en términos de eficiencia de manejo y costos, una alta densidad de siembra es más conveniente si se dispone de suficiente material vegetativo y hay limitaciones de tierra. Sin embargo, se recomienda un distanciamiento más estrecho para garantizar el cierre eficiente de los macollos y la formación adecuada de barreras de vetiver.

Las conclusiones de Ponce de León (2021) respecto a la evaluación del potencial de vetiver para establecerse en suelos de zonas mineras en Madre de Dios son las siguientes: Se determina que el potencial de establecimiento y desarrollo de vetiver en suelos de zonas mineras es alto, superando el 50 %. Se observa un alto potencial de establecimiento de vetiver en el sustrato de suelo de terraza alta. Se confirma un alto potencial de establecimiento de vetiver en los sustratos de suelo de las zonas mineras 1 (arena) y 2 (arena + piedras). Se destaca que el potencial de establecimiento de vetiver también es alto en el sustrato de suelo preparado. Arrigoni et al. (2013), investigaron la producción de mudas de vetiver utilizando diferentes dosis de calcáreo dolomítico y fertilizante formulado en distintos sustratos. En el primer ensayo, se evaluaron dos sustratos (polvo de coco + arena), tres dosis de NPK 3-12-6 y tres dosis de calcáreo dolomítico para el acceso UFS-VET001. En el segundo ensayo, se probó el sustrato polvo de coco (lavado y no lavado), dos dosis de NPK 3-12-6 y dos accesos de vetiver (UFS-VET001 y UFS-VET003). Los resultados indicaron que para producir mudas de los accesos UFS-VET001 y UFS-VET003 de vetiver, el sustrato de coco lavado con 12 g dm^{-3} de NPK 3-12-6 y 1 g dm^{-3} de calcáreo dolomítico es recomendado, según las variaciones evaluadas en la sobrevivencia, altura de planta y masa seca de lámina foliar y raíz por planta.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Ubicación política y geográfica

Esta investigación se llevó a cabo en tres áreas distintas dentro del distrito de Hermilio Valdizán, situado a 45 minutos de la ciudad de Tingo María, en la provincia de Leoncio Prado, región Huánuco. Las áreas de estudio, correspondientes a centros poblados, se encuentran en las siguientes ubicaciones geográficas: Tealera, a una altitud de 1063 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), con coordenadas 405037 m E y 8985815 m N; Ugarteche, a 1280 m.s.n.m., con coordenadas 406852 m E y 8982522 m N; y Manuel Mezones, a 1325 m.s.n.m., con coordenadas 407848 m E y 8985112 m N.

3.1.2. Ubicación satelital

Las tres áreas experimentales en investigación, se encuentran ubicadas de acuerdo a los puntos señalados en el siguiente mapa:

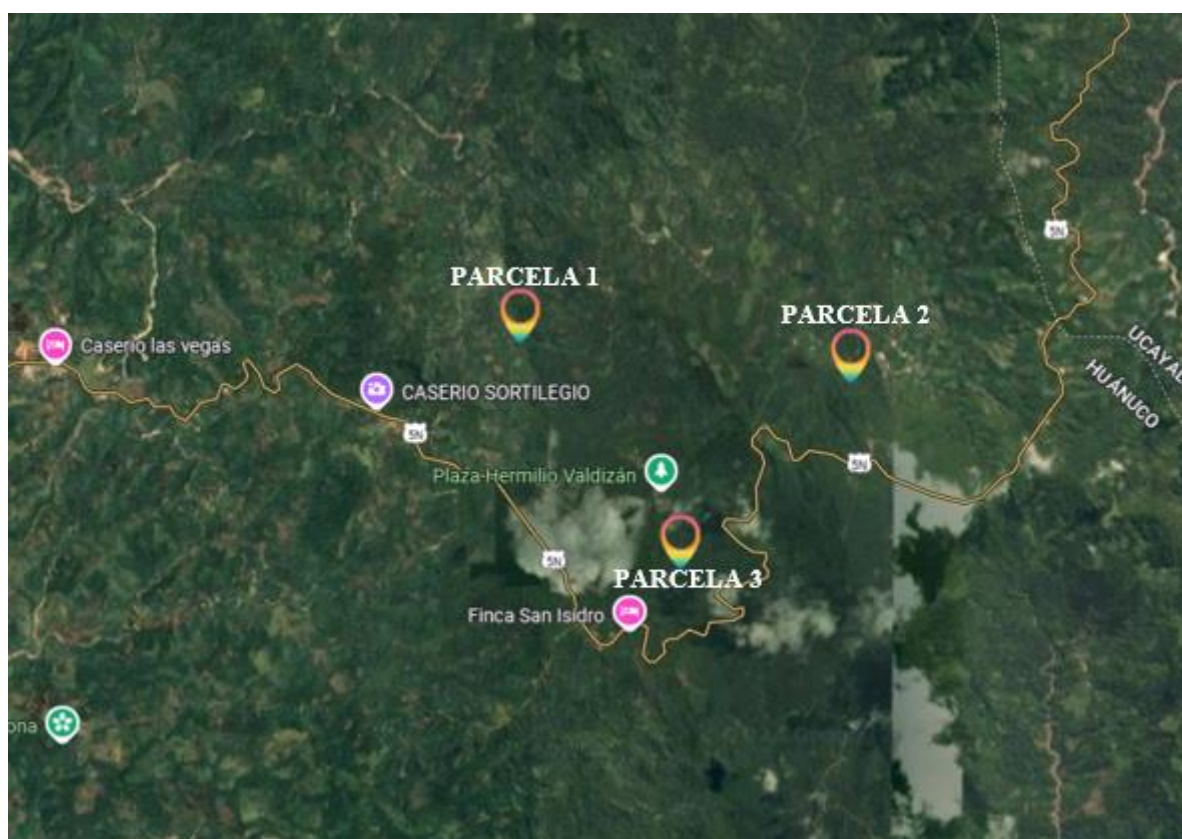


Figura 2. Imagen satelital de las áreas experimentales (Google Earth Pro, 2023).

3.1.3. Clima

El distrito de Hermilio Valdizán, presenta altitudes que varían entre 1100 y 1600 msnm, cuya precipitación anual varía de 2975 a 3184 mm, mientras que la temperatura media mensual oscila entre 18 °C a 21 °C, con una humedad relativa mayor al 70 %. Además,

según la clasificación de zonas de vida de Holdridge, es un bosque muy húmedo Premontano Tropical en transición hacia un bosque húmedo Tropical [bmh-PT/bh-T] (Quispe, 2013).

3.2. Metodología

3.2.1. Método estadístico

3.2.1.1. Componentes en estudio

a. Componente biológico (planta)

- ❖ *Chrysopogon zizanioides* (vetiver).

b. Suelos con diferente clase textural (A)

- ❖ Suelo franco.
- ❖ Suelo franco arcillo limoso.
- ❖ Suelo franco arcilloso.

c. Insumos orgánicos e inorgánicos (B)

- ❖ Compost.
- ❖ Fosfato di amónico.
- ❖ Biofertilizante.

3.2.1.2. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio son en base a la combinación de los suelos con diferente clase textural con los insumos orgánicos e inorgánicos descritos (Tabla 1):

Tabla 1. Descripción de los tratamientos en estudio.

Clave	Tratamientos		
	Suelo con clase textural	Insumo orgánico e inorgánico	Dosis/m ²
T ₁	Suelo franco	+ Compost	500 g
T ₂	Suelo franco	+ Fosfato diamónico	100 g
T ₃	Suelo franco	+ Biofertilizante	350 mL
T ₄	Suelo franco	---	---
T ₅	Suelo arcilloso	+ Compost	500 g
T ₆	Suelo arcilloso	+ Fosfato diamónico	100 g
T ₇	Suelo arcilloso	+ Biofertilizante	350 mL
T ₈	Suelo arcilloso	---	---
T ₉	Suelo franco arcilloso	+ Compost	500 g
T ₁₀	Suelo franco arcilloso	+ Fosfato diamónico	100 g
T ₁₁	Suelo franco arcilloso	+ Biofertilizante	350 mL
T ₁₂	Suelo franco arcilloso	---	---

3.2.1.3. Diseño experimental

Los tratamientos en investigación (Tabla 1) fueron evaluados en un diseño de bloques completamente al azar, y cuyo modelo subyacente es lineal y aditivo, es:

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

Dónde:

Y_{ij} = Es la respuesta general obtenida en la unidad experimental en estudio del j -ésimo bloque donde se aplicó el i -ésimo tratamiento.

μ = Efecto de la media general.

σ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

B_j = Efecto del j-ésimo bloque.

ϵ_{ij} = Respuesta del efecto aleatorio del error experimental del j-ésimo bloque del i-ésimo tratamiento.

Para:

i = 1, 2, ...12 tratamientos.

j = 1, 2, 3 bloques.

3.2.1.4. Análisis estadístico

Se utilizó el software InfoStat para hacer el análisis estadístico. Mediante este programa, se llevó a cabo el análisis de varianza, usando valores críticos de F de 0,01 y 0,05 (Tabla 2). De esta manera, se calculó el coeficiente de variabilidad con el fin de determinar la variabilidad de la respuesta de las unidades experimentales a los tratamientos en estudio. Finalmente, para determinar diferencias entre los tratamientos en estudio, se empleó la prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$) a partir del valor del cuadrado medio del error (CMe) obtenido del análisis de variancia (Tabla 2).

Tabla 2. Modelo del análisis de variancia.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F Cal.	F Tab.
Bloques	r-1	SC _{Bloq}	SC _{bloq} /gl _{Bloq} = CM _{bloq}	CM _{bloq} /CM _{ee}	F $_{\alpha}(gl_{bloq}, gl_{ee})$
Tratamientos	t (a*b)-1	SC _{trat}	SC _{trat} /gl _{trat} = CM _{trat}	CM _{trat} /CM _{ee}	F $_{\alpha}(gl_{trat}, gl_{ee})$
Error experimental	(t-1)*(r-1)	SC _{ee}	SC _{ee} /gl _{ee} = CM _{ee}		
Total	(t*r)-1	SC _{total}			

r = repetición. t = tratamientos.

a. Características del campo experimental

En la Figura 28 (Anexo) se muestra el croquis de forma general del experimento, porque debido a los suelos con diferente clase textural, el área experimental

no fue ubicado en un solo lugar, sino en tres zonas distintas (Figura 2). Por lo tanto, cada bloque es un tipo de suelo es distinto que a continuación se describe: bloque I es suelo franco, bloque II es suelo franco arcillo limoso y bloque III es suelo arcilloso.

➤ **Dimensiones del área experimental**

Distancia entre bloques	: 1,00 m
Largo de la parcela	: 35,00 m
Ancho de parcela	: 5,00 m
Área de la parcela	: 175,00 m ²
Número total de esquejes	: 828
Número total de plantas a evaluar	: 252

➤ **Bloque**

Largo	: 23,00 m
Ancho	: 1,00 m
Área	: 23,00 m ²
Número de bloques	: 3
Plantas por bloque	: 276
Plantas a evaluar por bloque	: 84

➤ **Parcela/tratamiento**

Largo	: 2,00 m
Ancho	: 1,00 m
Área	: 2,00 m ²
Número de plantas	: 23
Número de plantas a evaluar	: 7
Distancia entre plantas	: 0,40 m

3.2.2. Metodología de ejecución del experimento

3.2.2.1. Preparación del área experimental

a. Selección de los terrenos

Antes de la elección de las áreas experimentales con suelos con diferente clase textural [franco, franco arcilloso y arcilloso], fue muy necesario el respaldo del proyecto "Alianza Café" del distrito de Hermilio Valdizán. A través de este proyecto, se logró identificar a los agricultores del proyecto que tenían los diferentes suelos con diferente clase textural para realizar esta investigación. Estas parcelas están ubicadas en el distrito de Hermilio Valdizán en los centros poblados de Tealera, Ugarteche y Manuel Mezones, respectivamente.

b. Análisis físico-químico de los suelos de las áreas experimentales

Antes de instalar el experimento, se realizaron monolitos de 2,00 x 1,00 x 0,40 m (pozas) y se llevó a cabo un muestreo de suelo a partir de los 0,40 m de profundidad. Para ello, se introdujo una pala recta de 0,20 cm de profundidad en los ocho monolitos, se mezcló el suelo de manera homogénea y se enviaron las muestras al Laboratorio de Suelo y Agua de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Los resultados del análisis (Tabla 3), indican que se trata de suelos con clase textural franco, arcilloso y franco arcilloso que pertenecían a los terrenos de los centros poblados de Tealera (Parcela I), Manuel Mezones (Parcela II) y Ugarteche (Parcela III), respectivamente. Asimismo, los pH de los suelos de los bloques I, II y III fue fuertemente ácido, moderadamente ácido y neutro, respectivamente. También se registra que los niveles de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio en los tres suelos de los tres bloques fueron muy bajos, respectivamente. Finalmente, se registra que el suelo del bloque I presenta alta saturación de aluminio, lo que indica que hipotéticamente no sería un suelo apto para el desarrollo de cualquier cultivo.

Tabla 3. Resultados del análisis físico y químico de cada suelo experimental.

Parámetros	Valores y/o descripción		
	Parcela I (Tealera)	Parcela II (Mezones)	Parcela III (Ugarteche)
Análisis físico:			
Arena (%)	45,00	9,00	45,00
Arcilla (%)	18,00	60,00	34,00
Limo (%)	37,00	31,00	21,00
Clase textural	Franco	Arcilloso	Franco arcilloso
Análisis químico:			
pH (1:1)	5,34	6,00	7,00
Materia orgánica (%)	2,69	2,08	1,11
Nitrógeno (%)	0,13	0,10	0,06
P disponible (ppm)	1,27	2,87	6,48
K disponible (ppm)	86,00	109,00	98,00
Ca (Cmol+)/kg)	4,20	5,28	5,03
Mg (Cmol+)/kg)	0,55	0,78	0,87
K (Cmol+)/kg)	0,00	0,32	0,16
Na (Cmol+)/kg)	0,00	0,22	0,17
Al (Cmol+)/kg)	9,00	0,00	0,00
H (Cmol+)/kg)	0,38	0,00	0,00
CICe (Cmol+)/kg)	14,13	0,00	0,00
Bases cambiables (%)	33,62	100,00	100,00
Acidez cambiante (%)	66,38	0,00	0,00
Saturación de aluminio (%)	63,69	0,00	0,00

Fuente: Laboratorio de suelos y agua de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

c. Limpieza del terreno

Para preparar cada terreno experimental, se llevó a cabo una limpieza minuciosa que implicó la eliminación de troncos, árboles, arbustos y malezas que se encontraban en cada parcela. Esta tarea se hizo usando herramientas como machetes, azadones, palanas y picos. Una vez retirados los arbustos y malezas, se procedió a acumular la vegetación despejada, como ramas, plantas y malezas, alrededor de la parcela, mientras que la hojarasca se dejó en el interior del terreno. Finalmente, se nivelaron los montículos de tierra presentes en el área utilizando una palana, con el fin de garantizar un terreno uniforme y adecuado para llevar a cabo el experimento.

3.2.2.2. Siembra y fertilización de los esquejes de vetiver

a. Obtención de los esquejes

A través del proyecto "Alianza Café" del distrito de Hermilio Valdizán, se adquirieron 828 esquejes de vetiver. Los esquejes seleccionados para ser plantados en cada terreno cumplían con criterios óptimos con el fin de asegurar un adecuado desarrollo y crecimiento después de la siembra. Antes de la siembra, los esquejes fueron sometidos a una desinfección utilizando una solución compuesta por la mezcla de las dosis recomendadas del fungicida Fugione (Isoprothiolane) y del insecticida Oncol (Benfuracarb). Esta preparación se llevó a cabo utilizando una mochila fumigadora de 20 L, y luego se aplicó a todos los esquejes que iban a ser plantados.

b. Siembra de vetiver

Después de la demarcación del área experimental con una cinta métrica, rafia y estacas, se delimitó cada parcela experimental y bloque según lo establecido en la Figura 3. En cada parcela que consistía de 2,00 x 1,00 m, con una pala se realizó un monolito de 0,40 m (poza) y usando las estacas, se hizo una separación de 15 cm entre filas, marcando puntos de plantación equidistantes a 20 cm a través de un sistema de tres bolillos (Figura 4). Se plantó 23 esquejes en cada poza (parcela experimental), se plantó un total de 276 esquejes y un total de 828 esquejes en toda el área experimental. Una vez plantados los esquejes, se realizó un riego suave para favorecer el asentamiento de los esquejes en el suelo (monolito) y promover su enraizamiento. Después de la siembra, se monitoreó el crecimiento de los esquejes y durante 15 días se comprobó que un total de diez esquejes murieron y los cuales fueron reemplazados.

c. Aplicación de los insumos orgánicos e inorgánicos

➤ Obtención de los insumos

Se adquirieron dos sacos de 50 kg cada uno de fertilizante fosfato diamónico (18 % N, 46 % P₂O₅) en una tienda de agroquímicos en la ciudad de Tingo

María (Anexo, Figura 27). Además, se compraron cinco sacos de compost ODINSU de 25 kg cada uno en la planta de producción de abonos orgánicos ODINSU, ubicada en MAPRESA - Tingo María. Por último, los baldes de biofertilizante (11 L/balde) se obtuvieron de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

➤ **Características de los insumos orgánicos**

- **Fosfato diamónico:** El fosfato diamónico (DAP) es un fertilizante granulado con 18 % de nitrógeno y 46 % de fósforo, ideal para estimular raíces, floración y rendimiento de cultivos. Es fácil de aplicar, mejora la disponibilidad de nutrientes y se adapta a diversos suelos y cultivos.

- **Compost ODINSU:** Este compost (Anexo Figura 29) está elaborado por microorganismos benéficos eficientes y aporta nutrientes esenciales como materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio y calcio, además de micronutrientes como cobre, zinc, manganeso, hierro y boro. Con pH de 6,00-7,50, alta retención de humedad y una relación C:N equilibrada, es ideal para el desarrollo saludable de las plantas y la sostenibilidad agrícola.

- **Biofertilizante:** Este biofertilizante combina materiales orgánicos como estiércol de vaca, melaza, leche o suero, y microorganismos benéficos (MB), con minerales esenciales distribuidos en cuatro baldes (Anexo, Figura 28): sulfato de potasio y material verde (balde 1), roca fosfórica y ulexita (balde 2), sulfatos de cobre y zinc (balde 3), y sulfato de manganeso (balde 4). Esta mezcla balanceada, diseñada para 11 litros de solución, aporta nutrientes clave para el desarrollo de las plantas y mejora la fertilidad del suelo.

➤ **Preparación y aplicación**

Se aplicó los insumos orgánicos (compost y biofertilizante) e inorgánicos (fosfato diamónico) en un total de cinco veces. La primera aplicación se realizó el mismo día de la siembra y las restantes cada 30 días. El compost y el fosfato diamónico se distribuyeron al voleo en los monolitos de 2,00 m², mientras que el biofertilizante se aplicó directamente en la base de las plantas de vetiver utilizando una bomba pulverizadora. Las dosis se dividieron de la siguiente manera: 100 g/m² de fosfato diamónico, fraccionados en 20 g cada 30 días; 500 g/m² de compost repartidos en 100 g/m² cada 30 días; y 350 mL de biofertilizante por m², aplicando 175 mL/m² en la primera y segunda aplicación, respectivamente.

3.2.2.3. Manejo del cultivo

a. Riego controlado

Se estableció un cronograma de riego regular para mantener un nivel óptimo de humedad en el suelo, especialmente durante los meses secos. Aunque no se necesitó aplicar durante los primeros meses después de la siembra.

b. Control de malezas

El control de malezas se hizo manualmente con machetes cada mes. El control de malezas consistió en la eliminación de malezas dentro de cada monolito con las manos y, la eliminación de malezas alrededor del monolito (parcela experimental) se hizo con un machete. No hubo la necesidad de aplicar herbicidas y otras formas de control.

c. Poda regular

Se podó después de tres meses a una altura de unos 15-20 cm sobre el nivel del suelo para promover el desarrollo de nuevos brotes con el objetivo de reducir la acumulación de hojas secas y manteniendo el cultivo en óptimas condiciones sanitarias.

d. Control fitosanitario

Se hizo monitoreos cada 15 días después de la siembra con el fin de controlar posibles ataques o daños de insectos plagas y fitopatógenos que puedan afectar al vetiver. Sin embargo, durante todos los meses de investigación, no se observó incidencia o daños de insectos plagas y fitopatógenos a las plantas de vetiver, y por lo tanto, no se necesitó aplicar ni un tipo de control.

3.2.3. Metodología de evaluación

3.2.3.1. Biometría de la planta vetiver

a. Número de macollos y hojas por planta

Se contabilizó a los 60, 90, 120, 150 y 180 días después de la siembra [dds], el número de macollos y hojas emitidas por planta de vetiver, respectivamente.

b. Volumen radicular de la planta

Al finalizar el experimento, es decir, a los 180 días después de la siembra (dds), se llevaron plantas de vetiver al Laboratorio de Fisiología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para medir el volumen radicular en las secciones de 0 a 20 cm, 20 a 40 cm y 40 a 60 cm de longitud. El procedimiento consistió en sumergir toda la raíz, hasta la inserción con el tallo, en una probeta llena de agua destilada. El volumen de agua que se desbordó al sumergir la raíz fue medido. Luego, se retiró la raíz y se determinó el volumen de agua restante en la probeta. A partir de estos datos, se llegó a calcular el volumen radicular para cada sección de longitud utilizando la siguiente fórmula:

$$VR = VIP - VFP$$

Donde:

VR = Volumen radicular de la planta.

VIP = Volumen inicial de la probeta.

VFP = Volumen final de la probeta.

c. Materia seca o peso de la biomasa

Después de determinar el volumen radicular en el Laboratorio de Fisiología, se separaron las partes radicular y aérea de la planta de vetiver. Ambas partes se colocaron en una estufa a una temperatura de 73 ± 2 °C durante 48 horas. Al finalizar este período, se pesaron las muestras secas de la raíz y la parte aérea de la planta de vetiver con el fin de determinar que tratamiento presentó mayor biomasa.

3.2.3.2. Análisis de suelos de los tratamientos en estudio

Al finalizar el experimento, se extrajeron muestras de suelo de cada tratamiento en estudio utilizando una pala recta. Estas muestras se enviaron al Laboratorio de Suelo y Agua de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. El objetivo fue analizar y comparar las características químicas y físicas finales del suelo con las características iniciales antes de la aplicación de los tratamientos en estudio. Las variables químicas del suelo son y los contenidos de materia orgánica (%), nitrógeno (%), fósforo (ppm), potasio (ppm), magnesio (Cmol/kg) y calcio (Cmol/kg).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Biometría de la planta vetiver (*C. zizanioides*)

4.1.1. Emisión de macollos y hojas

4.1.1.1. Análisis de variancia

Según los resultados de los coeficientes de variabilidad obtenidos del análisis de variancia de las variables emisión de macollos y hojas de vetiver (*C. zizanioides*) durante los periodos después de la siembra (30, 60, 90, 120, 150 y 180 días, respectivamente), se observó que estos coeficientes fueron mayores al 30 %. Esto sugiere que hubo considerable variabilidad en los datos recopilados para estas variables durante el período de estudio. Además, la alta variabilidad indica que existe una diversidad de factores que llegan a influir en la emisión de macollos y hojas de vetiver, lo cual podría deberse a diferentes condiciones ambientales o edáficas, prácticas de manejo u otros factores que podrían requerir un análisis con mayor detalle para su comprensión completa.

Por lo tanto, el alto coeficiente de variabilidad obtenido (Anexo, Tabla 14) tenía que ser transformado para estabilizar su distribución con el fin de obtener una descripción analítica que se detalla en la Tabla 4 y sustenta que no hay diferencias estadísticas significativas entre los bloques en estudio en las variables emisión de macollos y emisión de hojas de vetiver a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 dds. Es decir, se comprueba que los efectos de los bloques, no fueron suficientemente grandes para llegar a influir sobre los resultados del experimento. En otras palabras, aunque los bloques, conformados por suelos con diferente clase textural sean diferentes en composición o características, no estarían contribuyendo de manera significativa a las variaciones observadas en la variable de interés. Razón por la cual, cualquier variación que hubo en los resultados entre las unidades experimentales, se debe principalmente a los tratamientos y no a las diferencias entre los bloques. También se comprueba que existe diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 dds, respectivamente. Es decir, al menos hay un tratamiento que se diferencia de los demás tratamientos en las variables emisión de macollos y hojas.

Finalmente, y de acuerdo a la transformación de datos $\sqrt{x+1}$; los valores de los coeficientes de variabilidad obtenidos en las variables emisión de macollos y hojas de vetiver a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 dds, respectivamente, variaron entre 10 a 20 %. Esto indicaría una moderada variabilidad en los resultados de las variables relacionadas con la emisión de macollos y hojas en respuesta a los tratamientos en estudio. Por lo tanto, esta variabilidad moderada indica que, aunque los datos no son extremadamente consistentes, aún son aceptables y pueden considerarse fiables para realizar interpretaciones y conclusiones.

Tabla 4. Análisis de variancia de los tratamientos en estudio sobre los resultados de las variables en la emisión de macollos y hojas de vetiver a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 días después de la siembra (dds) con datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$.

EMISIÓN DE MACOLLOS POR ESQUEJE															
Fuente de variación	G.L.	30 dds		60 dds		90 dds		120 dds		150 dds		180dds		F tab. (α)	
		C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	[0,05]	[0,01]
Bloques	2	0,01	NS	0,01	NS	0,14	NS	0,16	NS	0,22	NS	0,48	NS	3,86	5,72
Tratamientos	11	0,03	S	0,12	AS	0,31	AS	0,34	AS	0,61	AS	1,42	AS	2,26	3,18
Error experimental	22	0,01		0,05		0,07		0,08		0,11		0,26			
Total	35														
C.V. (%)		6,21		11,92		14,09		13,00		12,30		13,91			

EMISIÓN DE HOJAS POR ESQUEJE															
Fuente de variación	G.L.	30 dds		60 dds		90 dds		120 dds		150 dds		180dds		F tab. (α)	
		C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	[0,05]	[0,01]
Bloques	2	0,03	NS	0,19	NS	1,50	NS	2,00	NS	3,84	NS	7,61	NS	3,86	5,72
Tratamientos	11	0,44	AS	1,18	AS	3,38	AS	4,38	AS	3,96	AS	7,96	AS	2,26	3,18
Error experimental	22	0,10		0,38		0,56		0,72		1,23		2,50			
Total	35														
C.V. (%)		11,33		15,05		18,49		18,54		16,75		16,99			

C.M. : Cuadrados medios.

Sig. : Significancia.

C.V. : Coeficiente de variabilidad.

AS : Existe diferencias estadísticas al 1 % de probabilidad.

NS : No existen diferencias estadísticas significativas.

4.1.1.2. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$)

Estadísticamente (Tablas 5 y 6), se evidencia que en la evaluación de la emisión de macollos y hojas por planta de vetiver; el tratamiento T₂ (Suelo franco + Fosfato diamónico) obtuvo los mejores resultados a los 150 y 180 días después de la siembra (dds) en comparación a los demás tratamientos en estudio. Esto indica que el fosfato diamónico tuvo un efecto positivo en el crecimiento, desarrollo y emisión de macollos y hojas de vetiver en suelos francos; sin embargo, estadísticamente la adición de fosfato diamónico no produjo los mismos resultados positivos y significativos en los suelos franco arcilloso y arcilloso, respectivamente. Esto indicaría que la interacción entre el tipo de suelo y la aplicación de fosfato diamónico pudo influir en la respuesta del vetiver en la emisión de macollos y hojas, porque es probable que las características específicas del suelo franco arcilloso y suelo arcilloso afecten la disponibilidad de nutrientes o la absorción de los mismos por parte de las plantas, lo que resultaría en una respuesta diferente al tratamiento en comparación con el suelo franco.

Respecto la emisión de macollos y hojas del vetiver, estas pueden estar influenciados por diversos factores como el clima, suelo y otros; sin embargo, Truong y Thai (2015), indican que la temperatura, calidad de la luz y la disponibilidad de fósforo en el suelo son factores claves en la emisión de macollos. Por su parte, Siñani (2012) sustenta que la carencia de fósforo en el suelo puede provocar menor producción de macollos, como lo indican estudios previos y, por lo tanto, recomienda que la fertilización con fosfato diamónico puede promover mayor macollamiento. Por lo tanto, es posible que el vetiver reaccione bien al fosfato diamónico, debido a que es un fertilizante compuesto, con alto contenido de fósforo y nitrógeno; además, porque es soluble en agua y con fácil descomposición en el suelo, para que las plantas puedan absorber rápidamente estos nutrientes (Zhou et al., 2022). En consecuencia, esto pudo conducir a una respuesta de emisión de macollos y hojas más rápida en comparación con el compost y el biofertilizante, que pueden requerir un tiempo adicional para descomponerse y liberar nutrientes disponibles para las plantas.

En términos generales, se observa que la fertilización del vetiver con fosfato diamónico resultó en una mejor y mayor emisión de macollos y hojas por golpe en comparación con los insumos nutricionales orgánicos (Tablas 5 y 6). De hecho, tanto estadística como aritméticamente, el tratamiento T₁₀ (Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico) se llegó a posicionar como el tercer mejor tratamiento en términos de emisión de macollos y hojas a los 150 y 180 días después de la siembra. Además, al considerar el promedio de los tratamientos basados en fosfato diamónico, compost, biofertilizante y sin aplicación de los insumos (Figura 3); se evidencia que el fosfato diamónico favoreció la mayor emisión de macollos y hojas.

Tabla 5. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) entre los tratamientos en estudios para la variable número de macollos por golpe de vetiver a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 días después de la siembra (dds) con datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$.

30 dds			60 dds			90 dds			120 dds			150 dds			180 dds		
Clave	(\bar{x})*	Sig.	Clave	(\bar{x})*	Sig.	Clave	(\bar{x})*	Sig.	Clave	(\bar{x})*	Sig.	Clave	(\bar{x})*	Sig.	Clave	(\bar{x})*	Sig.
T ₄	1,90	a	T ₁₀	4,62	a	T ₃	5,29	a	T ₃	7,10	a	T ₂	13,67	a	T ₂	27,14	a
T ₂	1,86	a	T ₃	3,05	ab	T ₂	4,33	ab	T ₂	5,95	ab	T ₃	9,57	b	T ₃	18,86	ab
T ₃	1,81	ab	T ₁₂	3,05	ab	T ₄	3,48	abc	T ₄	4,90	abc	T ₁₁	7,76	bc	T ₁₀	15,24	bc
T ₁	1,57	abc	T ₆	2,76	b	T ₁	3,19	abc	T ₁	4,71	abc	T ₁₀	6,86	bcd	T ₁₁	13,00	bcd
T ₉	1,38	abcd	T ₉	2,43	b	T ₁₀	3,00	bcd	T ₁₀	4,33	bcd	T ₁	6,43	bcde	T ₉	12,00	bcde
T ₁₂	1,33	abcd	T ₄	2,38	b	T ₁₂	2,24	bcd	T ₁₂	3,29	bcd	T ₄	6,24	bcde	T ₁	12,24	bcde
T ₁₀	1,33	abcd	T ₅	2,33	b	T ₅	1,67	cd	T ₅	2,71	cd	T ₆	6,14	bcde	T ₄	11,71	bcde
T ₅	1,24	bcd	T ₇	2,00	b	T ₉	1,67	cd	T ₉	2,71	cd	T ₉	6,05	bcde	T ₆	11,57	bcde
T ₆	1,19	cd	T ₂	2,00	b	T ₆	1,67	cd	T ₆	2,71	cd	T ₁₂	5,76	cde	T ₅	11,05	cde
T ₁₁	1,19	cd	T ₈	1,95	b	T ₁₁	1,57	cd	T ₁₁	2,57	cd	T ₅	5,38	cde	T ₁₂	10,07	cde
T ₈	1,10	cd	T ₁	1,86	b	T ₈	1,29	cd	T ₈	2,29	d	T ₇	3,95	de	T ₇	7,14	de
T ₇	1,00	d	T ₁₁	1,76	b	T ₇	1,24	d	T ₇	2,24	d	T ₈	3,48	e	T ₈	6,29	e

Tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

* = Promedios reales sin transformar a $\sqrt{(x+1)}$.

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.

T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.

T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.

T₄ = Suelo franco.

T₅ = Suelo arcilloso + Compost.

T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.

T₈ = Suelo arcilloso.

T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.

T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.

T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.

T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 6. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) entre los tratamientos en estudios para la variable número de hojas por golpe de vetiver a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 días después de la siembra (dds) con datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$.

30 dds			60 dds			90 dds			120 dds			150 dds			180 dds		
Clave	(\bar{x}) [*]	Sig.	Clave	(\bar{x}) [*]	Sig.	Clave	(\bar{x}) [*]	Sig.	Clave	(\bar{x}) [*]	Sig.	Clave	(\bar{x}) [*]	Sig.	Clave	(\bar{x}) [*]	Sig.
T ₃	11,71	a	T ₁₀	31,62	a	T ₃	37,10	a	T ₃	48,57	a	T ₂	85,81	a	T ₂	171,57	a
T ₂	10,29	ab	T ₁₂	22,19	ab	T ₂	31,05	ab	T ₂	40,57	ab	T ₃	62,62	ab	T ₃	125,14	ab
T ₄	9,33	abc	T ₃	19,10	bc	T ₄	24,14	abc	T ₄	31,19	abc	T ₁₁	51,19	bc	T ₁₀	102,29	bc
T ₁	8,29	abcd	T ₆	16,86	bc	T ₁	22,57	abcd	T ₁	29,24	bcd	T ₁₀	49,24	bc	T ₁₁	98,29	bc
T ₁₀	7,76	abcde	T ₉	16,43	bc	T ₁₀	17,14	bcde	T ₁₀	22,43	bcde	T ₆	43,38	bc	T ₁	87,00	bc
T ₁₂	7,38	bcde	T ₅	14,62	bc	T ₁₂	13,67	cde	T ₁₂	17,83	cde	T ₄	43,14	bc	T ₆	86,93	bc
T ₉	6,81	bcde	T ₄	14,43	bc	T ₆	11,14	de	T ₆	14,71	de	T ₁	43,05	bc	T ₉	86,57	bc
T ₆	5,81	cde	T ₁₁	13,76	bc	T ₉	10,67	e	T ₉	13,90	e	T ₉	39,52	bc	T ₄	79,36	bc
T ₁₁	5,71	cde	T ₇	12,71	bc	T ₅	9,33	e	T ₅	12,24	e	T ₁₂	37,52	bc	T ₅	75,00	bc
T ₅	5,43	de	T ₂	12,76	bc	T ₁₁	9,19	e	T ₁₁	12,05	e	T ₅	31,00	c	T ₁₂	62,21	c
T ₇	4,57	e	T ₈	11,14	c	T ₈	7,81	e	T ₈	10,52	e	T ₇	28,48	c	T ₇	57,57	c
T ₈	4,48	e	T ₁	10,95	c	T ₇	7,71	e	T ₇	10,38	e	T ₈	24,48	c	T ₈	48,79	c

Tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

* = Promedios reales sin transformar a $\sqrt{(x+1)}$.

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.

T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.

T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.

T₄ = Suelo franco.

T₅ = Suelo arcilloso + Compost.

T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.

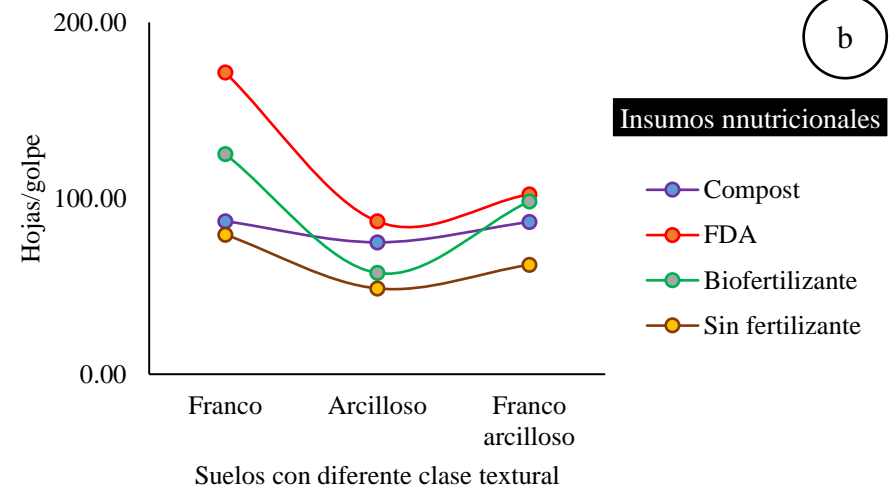
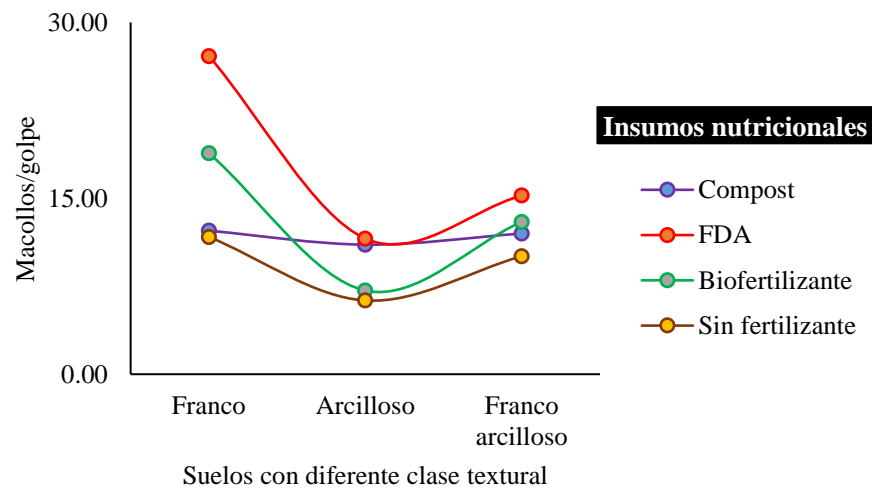
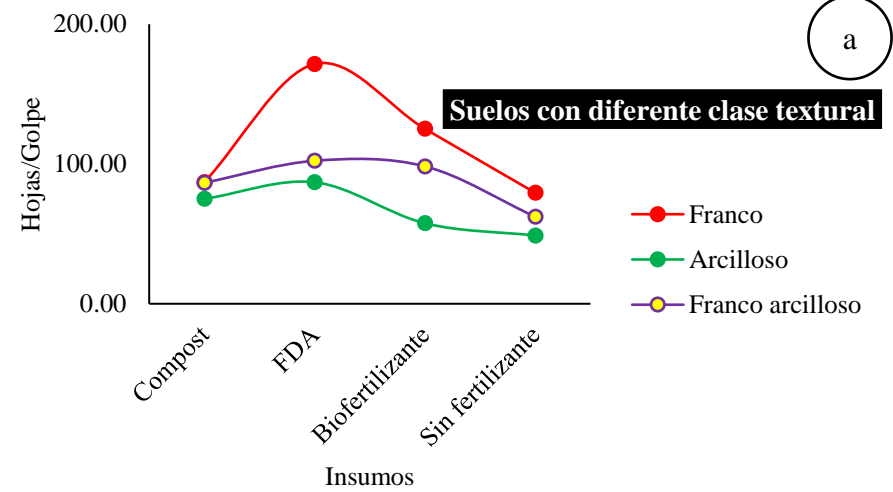
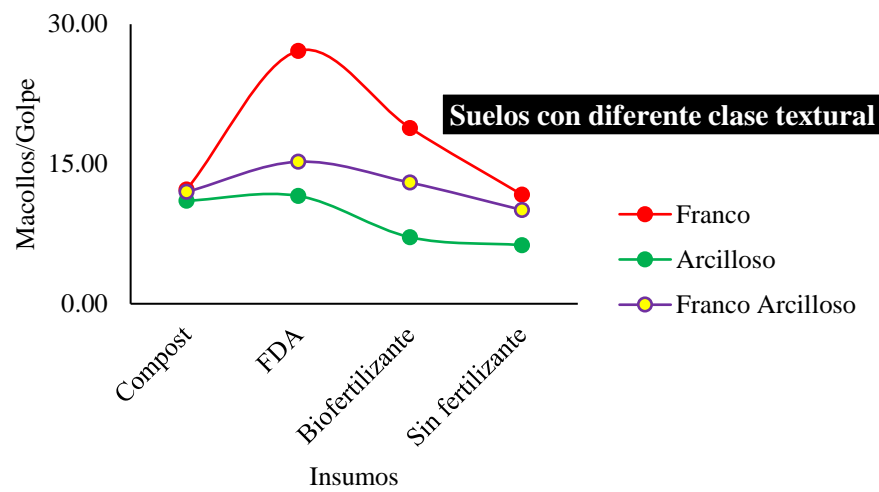
T₈ = Suelo arcilloso.

T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.

T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.

T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.

T₁₂ = Suelo franco arcilloso.



FDA = Fosfato diamónico.

Figura 3. Comportamiento de la emisión del número de macollos y hojas por golpe obtenidos: a) Por los suelos con diferente clase textural en interacción con los insumos nutricionales, b) Por los insumos agrícolas en interacción los suelos con diferente clase textural.

Con excepción del tratamiento T₄ (Suelo franco), los resultados señalan que los esquejes que no recibieron ninguna aplicación nutricional, como T₇ (Suelo arcilloso) y T₁₂ (Suelo franco arcilloso), produjeron una cantidad de macollos y hojas por planta similar a la de los tratamientos que recibieron aplicaciones de fuentes de materia orgánica. Esto sugiere que la aplicación de compost y biofertilizante no resultó en una mejora significativa en la emisión de macollos y hojas de vetiver en comparación con los esquejes que no recibieron ningún insumo nutricional. Estos resultados podrían deberse a que las condiciones del suelo sin insumos nutricionales, hayan sido adecuadas para el desarrollo del vetiver, lo que resultó en una emisión similar de macollos y hojas en comparación con los tratamientos en base a compost y biofertilizante. También, es posible que los esquejes de vetiver hayan sido capaces de obtener los nutrientes necesarios del suelo sin la necesidad de aplicar compost y biofertilizante.

Respecto a los resultados de los tratamientos que usaron compost y biofertilizante (Tablas 5 y 6), los cuales, al ser fuentes de materia orgánica, podrían haber contribuido a mejorar las características físicas, biológicas y químicas del suelo (Dimas et al., 2001), y, por consiguiente, suministrar nutrientes importantes para el desarrollo y crecimiento del vetiver. Sin embargo, parece que su eficacia puede depender de varios factores. Por ejemplo, es posible que los nutrientes presentes en el compost y biofertilizante no estuvieran disponibles en formas fácilmente asimilables por el vetiver, porque probablemente su liberación fue más lenta que los nutrientes del fosfato diamónico. La razón de que no sean fácilmente asimilables según Acevedo et al. (2014), es que los nutrientes de fuentes de materia orgánica están en formas orgánicas complejas y pasan por un proceso largo de descomposición y mineralización por parte de los microorganismos del suelo antes de estar de formas disponibles y asimilable para las plantas. Por lo tanto, este proceso [en los abonos orgánicos] lleva tiempo y está sujeto a condiciones ambientales que son específicas, podría retrasar la disponibilidad de los nutrientes para las plantas que los fertilizantes químicos. Esto podría explicar por qué las plantas de vetiver tratadas con fosfato diamónico mostraron un mejor desarrollo y crecimiento que las plantas que fueron fertilizadas con compost y biofertilizante.

Otra razón de la menor asimilación de nutrientes de estas fuentes de materia orgánica, es probablemente a la variación en su composición, que depende de los materiales usados y proceso de descomposición, lo que puede resultar en concentraciones más bajas de nutrientes esenciales en comparación con fertilizantes químicos. Por otro lado, Cotrina (2019), cita que la relación carbono-nitrógeno (C :N) influye directamente en la asimilación de nutrientes, porque una proporción alta de carbono respecto al nitrógeno en fuentes orgánicas puede favorecer la inmovilización de nutrientes por parte de los microorganismos del suelo.

Este evento lo corroboran Jaramillo (2002), Jordan (2006), Palmero (2010) y Pellegrini (2019), quienes mencionan que los microorganismos utilizan el nitrógeno disponible para descomponer el exceso de carbono, produciendo una reducción de la cantidad de nutrientes inmediatamente accesibles para las plantas. Por lo tanto, es posible que este evento podría afectar el crecimiento y desarrollo del vetiver en comparación con fertilizantes químicos como el fosfato diamónico, que ofrecen nutrientes en formas más fácilmente disponibles. Esto se refleja en los resultados promediados de los tratamientos en base a fosfato diamónico, compost y biofertilizante, donde se observa que los promedios de compost y biofertilizante muestran resultados aritméticamente menores a los tratamientos en base a fosfato diamónico (Figura 4). En síntesis, es probable que la falta de eficacia de los fertilizantes orgánicos en comparación con el fosfato diamónico podría atribuirse a diversos factores, como la compleja interacción del tiempo de la descomposición de la materia orgánica, disponibilidad de nutrientes, proporción de nutrientes y características específicas del suelo y la planta de vetiver.

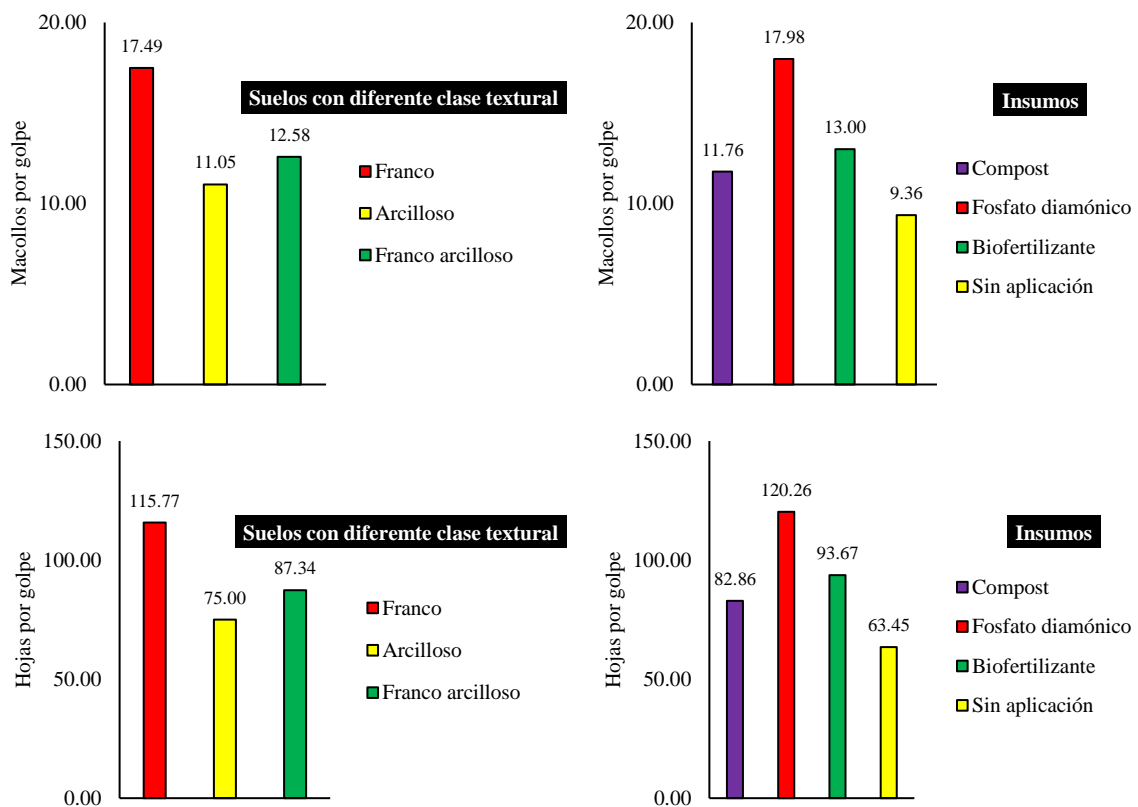
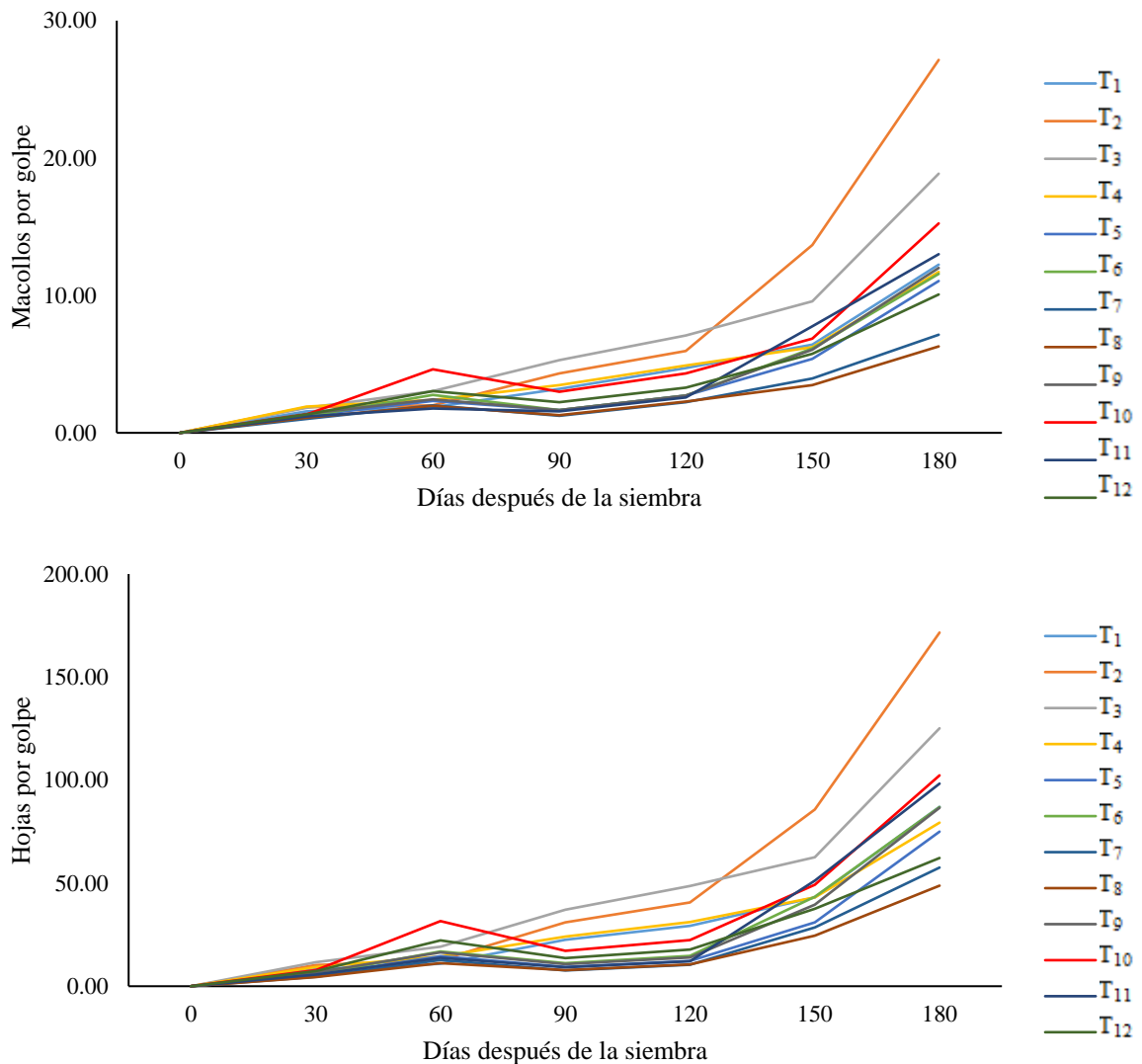


Figura 4. Promedio de la emisión de macollos y hojas por golpe obtenido por los tratamientos en base los suelos con diferente clase textural e insumos nutricionales.

Asimismo, se comprueba que a los 180 días después de la siembra (dds), el vetiver puede emitir en promedio de 6,29 a 27,14 macollos por golpe (Tabla 5) y de 48,79 a 171,57 hojas por golpe (Tabla 6). En la Figura 5, se observa que la emisión de macollos

y hojas por golpe de los tratamientos en estudio presentó una tendencia lineal de forma general; sin embargo, se observa que la emisión de macollos y hojas por golpe de varios tratamientos y principalmente del tratamiento T₂ (Suelo franco + Fosfato diamónico), muestra tendencia a la baja a los 60 dds. Esto en consecuencia de que algunas plantas presentaron mortandad de sus macollos y su vez, hubo una reducción de macollos y hojas, respectivamente. Sin embargo, la emisión de macollos de las plantas de vetiver, volvió a su normalidad a los 120 días después de la siembra y donde, se observó que el tratamiento T₂, destacó por una mayor emisión lineal bien pronunciada en comparación a los demás tratamientos en estudio.



Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
 T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
 T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
 T₄ = Suelo franco.
 T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
 T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
 T₈ = Suelo arcilloso.
 T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
 T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
 T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
 T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Figura 5. Emisión de macollos y hojas por golpe de los tratamientos en estudio a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 días después de la siembra.

Respecto al párrafo anterior, el análisis de los promedios (Figura 5) de los diferentes tratamientos confirma el fosfato diamónico favoreció la mayor emisión de macollos y hojas en comparación con otros insumos como el compost y el biofertilizante. Este resultado resalta la importancia del fosfato diamónico como una fuente efectiva de fósforo para el vetiver, lo que podría ser crucial para su crecimiento y desarrollo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos hallazgos se basan en un período de evaluación de seis meses, y es posible que los efectos a largo plazo de los diferentes tratamientos puedan variar. Además, otros factores ambientales y de manejo del cultivo podrían influir en los resultados observados.

4.1.2. Volumen radicular

4.1.2.1. Análisis de variancia

El análisis de variancia reveló que los coeficientes de variabilidad fueron mayores al 30 % para la variable volumen radicular a los 0-20 cm, 20-40 cm y 40-60 cm de la longitud radicular, respectivamente (Anexo, Tabla 17). Esta alta variabilidad sugiere que existió influencia de diversos factores ambientales, edáficos y de manejo del vetiver, lo que requiere un análisis más detallado para su comprensión completa. Sin embargo, para mejorar la validez de los análisis estadísticos, mejorar la simetría y estabilizar la variancia, se realizó la transformación de datos a $\sqrt{(x+1)}$ y este análisis son los siguientes (Tabla 7). a) Se comprobó que no hubo diferencias significativas estadísticas entre los bloques en estudio. b) Se comprobó que si existió diferencias significativas altamente estadísticas entre los tratamientos en estudio en la variable volumen radicular. Es decir, es posible que al menos un tratamiento en estudio es estadísticamente diferente a los demás tratamientos. c) Finalmente, se evidencia que los valores de los coeficientes de variabilidad bajo la transformación de datos a $\sqrt{(x+1)}$ varió de 14 a 23 %. Estos valores indicarían una variabilidad relativamente moderada, mostrando cierta dispersión, pero no tan grande como para ser considerados altamente variables.

Tabla 7. Análisis de variancia de los tratamientos en estudio sobre los resultados del volumen radicular a los 180 días después de la siembra con datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$.

Fuente de variación	G.L.	0 - 20 cm		20 - 40 cm		40 - 60 cm		Total	
		C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	C.M.	Sig.
Bloques	2	2,03	NS	0,69	NS	0,06	NS	2,70	NS
Tratamientos	11	7,06	AS	1,87	AS	0,85	AS	9,62	AS
Error experimental	22	2,17		0,32		0,08		2,21	
Total	35								
C.V. (%)		23,25		22,37		14,86		21,36	

C.M. : Cuadrados medios.

C.V. : Coeficiente de variabilidad.

AS : Existe diferencias estadísticas al 1 % de probabilidad.

NS : No existen diferencias estadísticas significativas.

Sig. : Significancia.

4.1.2.2. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$)

Estadísticamente a de 180 dds, se encontró que los tratamientos T₂ (Suelo franco + Fosfato diamónico), T₃ (Suelo franco + Biofertilizante), T₁₀ (Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico) y T₁₁ (Suelo franco arcilloso + Biofertilizante), alcanzaron mayores volúmenes radiculares que los tratamientos T₅ (Suelo arcilloso + Compost), T₁₂ (Suelo franco arcilloso), T₇ (Suelo arcilloso + Biofertilizante) y T₈ (Suelo arcilloso) (Tabla 8). Además, se evidencia que los tratamientos T₂ y T₃ exhibieron volúmenes radiculares significativamente superiores a los tratamientos T₅, T₁₂, T₇ y T₈ en los primeros 20 cm de longitud radicular. Por último, entre los 40 y 60 cm de longitud radicular, los tratamientos T₂ y T₁₀ presentaron los volúmenes radiculares más altos, diferenciándose estadísticamente de los tratamientos T₁ (Suelo franco + Compost), T₉ (Suelo franco arcilloso + Compost), T₆ (Suelo arcilloso + Fosfato diamónico), T₄ (Suelo franco), T₅, T₈, T₁₂ y T₇.

Tabla 8. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) entre los tratamientos para la variable volumen radicular a los 180 días después de la siembra [dds] con datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$.

0-20 cm			20-40 cm			40-60 cm			Total		
T	(cm ³) *	Sig.	T	(cm ³) *	Sig.	T	(cm ³) *	Sig.	T	(cm ³) *	Sig.
T ₃	70,89	a	T ₂	15,00	a	T ₂	6,00	a	T ₂	91,67	a
T ₂	70,67	a	T ₃	11,67	ab	T ₁₀	5,56	a	T ₃	86,84	a
T ₁₀	58,67	ab	T ₁₀	10,56	abc	T ₁₁	5,33	ab	T ₁₀	74,79	a
T ₁₁	53,00	abc	T ₁₁	9,78	abc	T ₃	4,28	abc	T ₁₁	68,11	a
T ₉	49,00	abc	T ₉	7,00	bcd	T ₁	3,22	bcd	T ₉	58,78	ab
T ₁	46,98	abc	T ₁	4,89	cde	T ₉	2,78	cd	T ₁	55,09	abc
T ₆	44,11	abcd	T ₄	4,52	cde	T ₆	2,11	de	T ₆	50,44	abc
T ₄	43,11	abcd	T ₆	4,22	cde	T ₄	1,89	de	T ₄	49,52	abc
T ₅	23,56	bcd	T ₅	2,37	de	T ₅	1,00	ef	T ₅	26,93	bcd
T ₁₂	19,28	cd	T ₁₂	2,02	de	T ₈	0,78	ef	T ₁₂	21,92	cd
T ₇	18,89	cd	T ₈	1,73	e	T ₁₂	0,62	ef	T ₇	20,89	cd
T ₈	15,22	d	T ₇	1,72	e	T ₇	0,28	f	T ₈	17,73	d

Tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

* = Promedios reales sin transformar a $\sqrt{(x+1)}$.

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.

T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.

T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.

T₄ = Suelo franco.

T₅ = Suelo arcilloso + Compost.

T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.

T₈ = Suelo arcilloso.

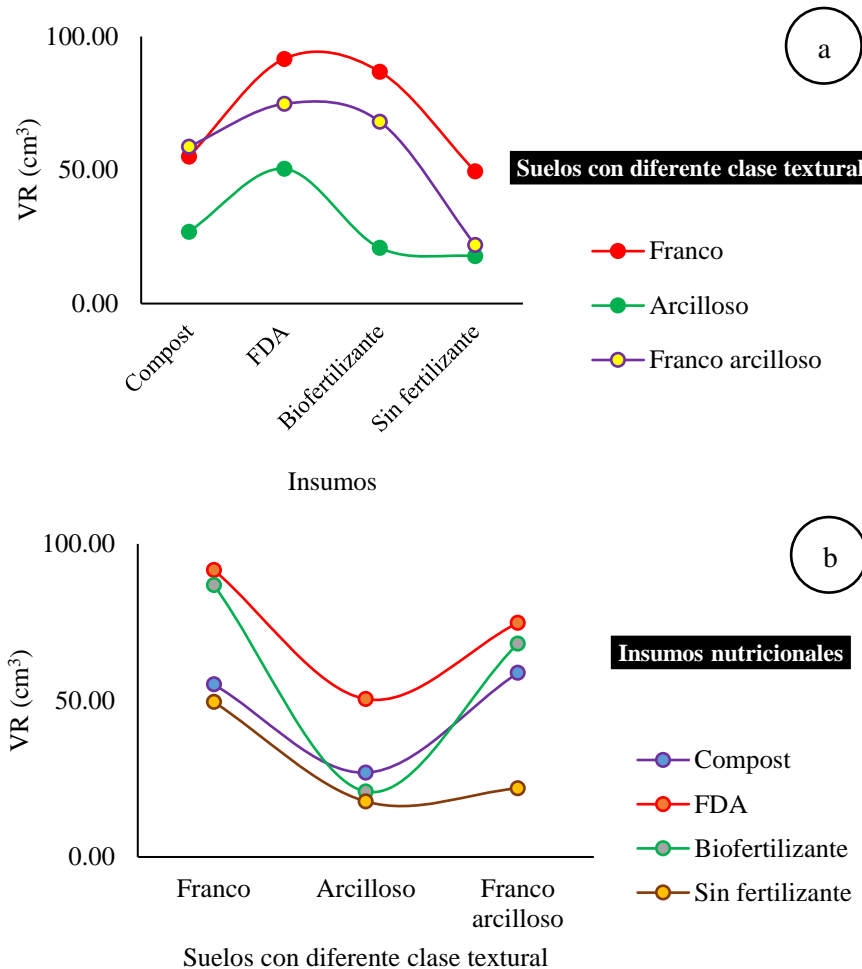
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.

T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.

T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.

T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Los mejores resultados de la variable volumen radicular (Tabla 8), involucran compost, biofertilizante y fosfato diamónico. Los cuales pueden haber llegado a proporcionar nutrientes esenciales para el desarrollo radicular, como nitrógeno, fósforo y otros elementos clave. Estos nutrientes adicionales pueden haber estimulado el crecimiento radicular en comparación con los tratamientos que no incluyeron estas fuentes de nutrientes. También se observa que la composición del suelo también puede haber desempeñado un papel importante. Los suelos franco y franco arcilloso (Figura 8) destacaron con los mejores resultados y, por lo tanto, pudieron proporcionar condiciones favorables para el crecimiento radicular debido a su estructura física, capacidad de retención de agua y disponibilidad de nutrientes. Además, es muy probable que la adición de compost y biofertilizante pudieron mejorar la estructura y fertilidad del suelo, lo que favoreció el desarrollo de raíces más extensas y desarrolladas.



VR = Volumen radicular.

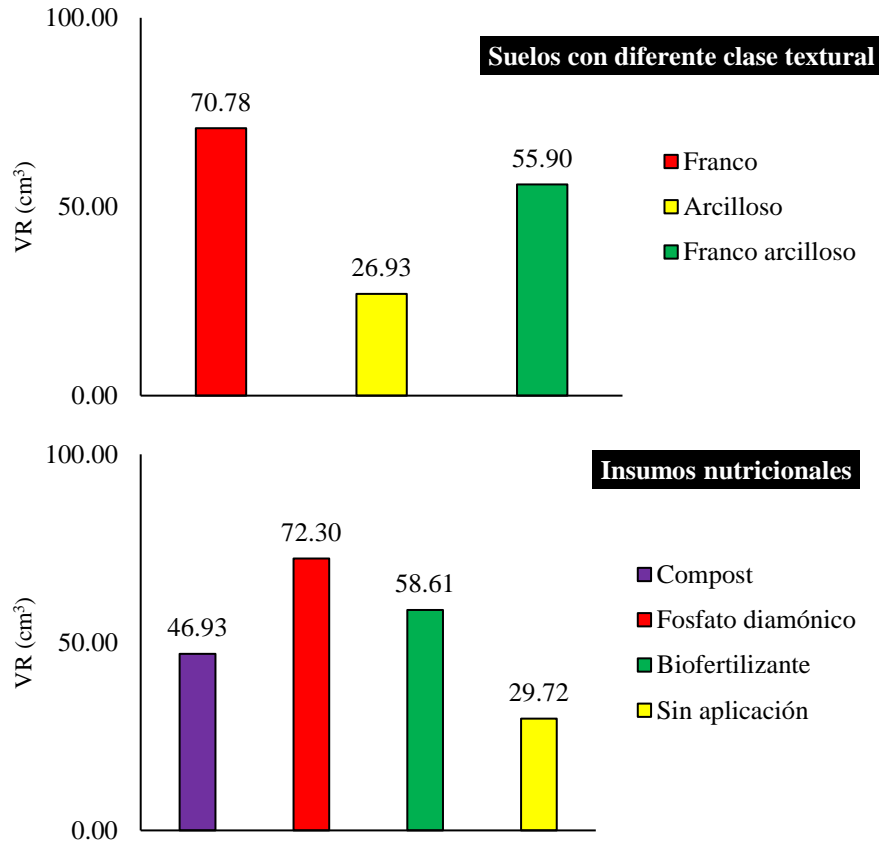
Figura 6. Comportamiento del volumen radicular del vetiver a los 180 dds: a) Por los suelos con diferente clase textural en interacción con los insumos nutricionales, b) Por los insumos agrícolas en interacción con los suelos con diferente clase textural.

Los tratamientos pueden haber afectado la fisiología del vetiver, favoreciendo un crecimiento radicular más vigoroso, lo cual concuerda con las afirmaciones de Detrinidad y Carballo (2003), Truong y Thai (2015), así como Xala (2020), quienes indican la adaptación del vetiver a condiciones adversas. Sin embargo, un crecimiento bajo condiciones óptimas podría estimular una mayor producción de hormonas de crecimiento radicular y una mejor absorción de nutrientes y agua, lo que impulsaría un mayor desarrollo de la planta de vetiver. Además, al agrupar los tratamientos por suelos con diferente clase textural, se evidencia que las plantas exhibieron un mayor volumen radicular en suelos con clase texturales franco y franco arcilloso que en los suelos con clase textural arcilloso (Figura 6), lo que llega a coincidir ligeramente con las sugerencias de Siñani (2012), Truong y Thai (2015), y Callirgos (2014) para una propagación óptima del vetiver, los suelos deben poseer textura equilibrada con una profundidad mínima de 50 cm y de preferencia que sean suelos franco-arcillosos a arcillosos.

Aritméricamente, se observa que el promedio de los tratamientos en base a fosfato diamónico, obtuvieron plantas con mayores volúmenes radiculares (Figura 7), en comparación a las plantas de los tratamientos en base a compost, biofertilizante y donde no se aplicó ni un insumo nutricional, respectivamente. Por lo tanto, el fosfato diamónico al ser una fuente de fósforo y nitrógeno, dos nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas (Zhou et al., 2022). Mientras, que el fósforo es vital en el desarrollo radicular, ya que desempeña un papel clave en la formación de estructuras celulares y en la transferencia de energía dentro de la planta (Barcelo et al., 2001). Además, el nitrógeno es muy necesario para la síntesis de proteínas, enzimas y otras moléculas esenciales para el crecimiento y desarrollo de las raíces (Buchanan et al., 2015). Finalmente, es probable que el tratamiento con fosfato diamónico haya proporcionado una mayor disponibilidad de fósforo y nitrógeno para las plantas en comparación con los otros tratamientos. Esto habría permitido un crecimiento más vigoroso de las raíces, ya que las plantas habrían tenido acceso a los nutrientes necesarios en cantidades adecuadas.

Respecto a los tratamientos con compost y biofertilizante (Figura 7), se comprueba que también proporcionan nutrientes a las plantas, porque ayudan a obtener plantas de vetiver con mayor volumen radicular que las plantas de vetiver donde no se aplicó ni un insumo nutricional. Sin embargo y aparentemente, y a diferencia del fosfato diamónico, estos nutrientes pudieron estar en formas que requirieron más tiempo para descomponerse y estar disponibles para las plantas en comparación con los nutrientes inorgánicos como el fosfato diamónico. Esto podría explicar por qué el volumen radicular fue menor en estos tratamientos en comparación con los tratamientos en base a fosfato diamónico. Además, la gran ventaja del fosfato diamónico sobre la especie vetiver de acuerdo a Truong y Thai (2015), es que al ser un

fertilizante la alta solubilidad lo convierte en una fuente eficiente de fósforo y nitrógeno para esta especie, lo que facilita su absorción y uso, lo que contribuye al crecimiento y desarrollo de estas plantas y por ende, se incrementa la emisión de macollos y un potente sistema radicular.



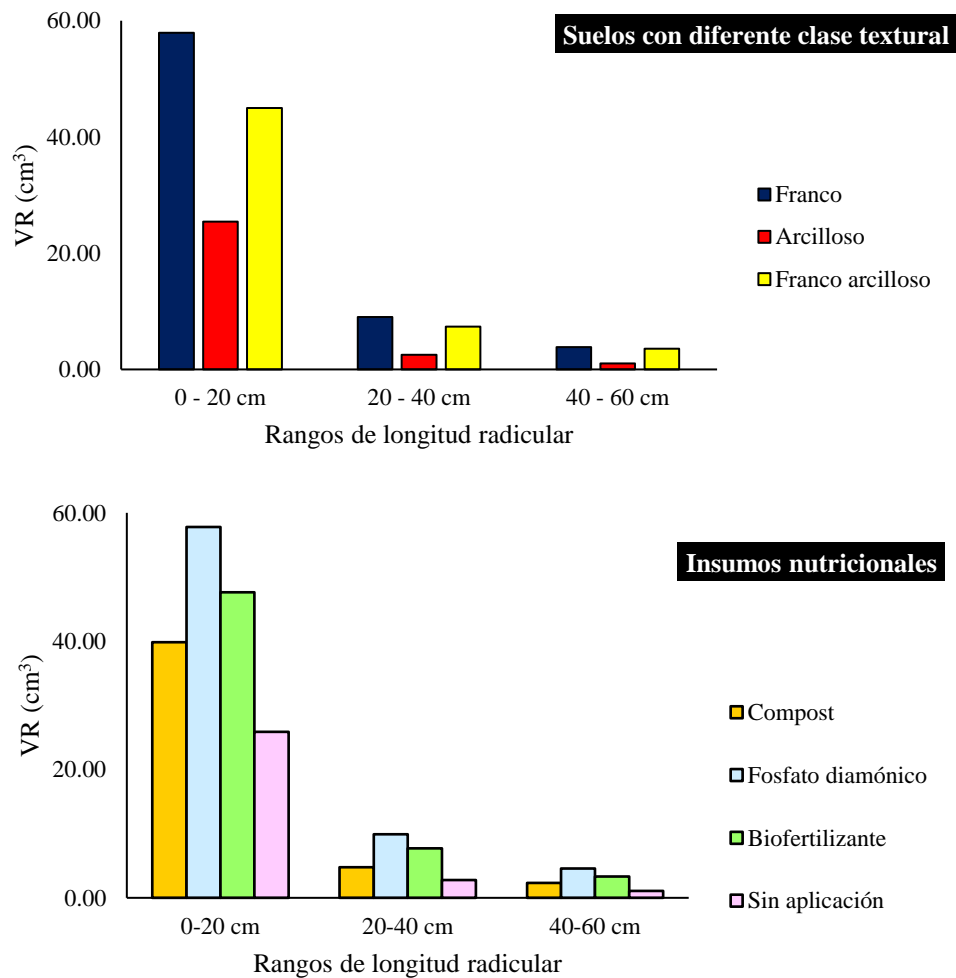
VR = Volumen radicular.

Figura 7. Promedio del volumen radicular del vetiver obtenido por los tratamientos en base a los suelos con diferente clase textural e insumos nutricionales.

No obstante, cabe destacar que el compost y biofertilizante, son fuentes de materia orgánica (Dimas et al., 2001), y por ende poseen una variedad de compuestos orgánicos en descomposición, que, al ser aplicados, mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que se traduce en un mejor crecimiento y rendimiento de las plantas (Palmero, 2010; Acevedo et al., 201; Cotrina, 2019; Cruz et al., 2020). Razón por el cual, esto explicaría por qué los tratamientos con compost y biofertilizante, obtuvieron mejores resultados en promedio en comparación a los tratamientos sin la aplicación de ni un fertilizante orgánico e inorgánico (Figura 6). Sin embargo, su efecto puede ser más lento en comparación al fosfato diamónico, debido a la velocidad de descomposición y disponibilidad de nutrientes orgánicos.

Se comprobó que entre 77 a 88 % del volumen radicular de la raíz de la planta de vetiver, se encuentra durante los primeros 20 cm de la raíz (Anexo, Tabla 17). Asimismo, 9 a 16 % del volumen radicular de la raíz, se encuentra entre los 20 a 40 cm de la

raíz (Figura 8). Respecto, al fenómeno de que el mayor volumen radicular se encuentre en los primeros 20 cm de la raíz puede explicarse por varias razones. En la capa superficial del suelo, especialmente en los primeros 20 cm, generalmente está la mayor concentración de nutrientes disponibles para las plantas, como nitrógeno, fósforo y potasio están más concentrados en esta zona, lo que estimula el crecimiento de las raíces en busca de estos nutrientes (Acevedo et al., 2014; Buchanan et al., 2015; Zhou et al., 2022). Por su parte, Barcelo et al. (2001), sustentan que la oxigenación del suelo disminuye a medida que se profundiza en el suelo. Por lo tanto, es posible que los primeros 20 cm suelen tener una mayor disponibilidad de oxígeno debido a una mejor ventilación del suelo. Finalmente, es posible que la concentración de nutrientes, mayor oxigenación del suelo y factores como la temperatura y textura del suelo en los primeros 20 cm, fueron claves al favorecer el crecimiento radicular en esta zona. Esto podría explicar por qué el mayor volumen radicular se encuentra típicamente en los primeros 20 cm de la raíz.



VR = Volumen radicular.

Figura 8. Promedio del volumen radicular de los tratamientos en base a suelos con diferente clase textural e insumos nutricionales según rangos de longitud radicular.

4.1.3. Materia seca

4.1.3.1. Análisis de variancia

Al realizar el análisis de variancia, se evidenció que los valores de los coeficientes de variabilidad fueron mayores al 30 % para las variables porcentajes de materia seca de la parte aérea y del parte radicular a los 0-20 cm, 20-40 cm y 40-60 cm de la longitud radicular, respectivamente (Anexo, Tabla 20). Por lo tanto, para elevar la validez de los análisis estadísticos y estabilizar la variancia, se transformó los datos a $\sqrt{(x+1)}$ y cuyos resultados son los siguientes (Tabla 9). a) No existió diferencias significativas estadísticas entre los bloques. b) Asimismo, se comprueba que existió diferencias significativas altamente estadísticas entre los tratamientos en las variables en evaluación. c) Finalmente, al transformar los datos a $\sqrt{(x+1)}$ los coeficientes de variabilidad fluctuaron de 8 a 10 % e indicando una baja variabilidad de los resultados de las unidades experimentales en respuesta de los tratamientos en estudio.

Tabla 9. Análisis de variancia de los tratamientos sobre los resultados de los pesos de materia seca de la hoja y raíz del vetiver con datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$.

Fuente de variación	G.L.	PSH		PSR (0-20)		PSR (20-40)		PSR (40-60)	
		C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	C.M.	Sig.
Bloques	2	0,05	NS	0,03	NS	0,01	NS	0,01	NS
Tratamientos	11	0,08	AS	0,19	AS	0,47	AS	0,42	AS
Error experimental	22	0,03		0,02		0,00		0,00	
Total	35								
C.V. (%)		9,57		10,38		8,66		9,57	

Sig. = Significancia. C.V. = Coeficiente de variabilidad. AS = Existe diferencias estadísticas al 1 % de probabilidad.

PSH : Peso seco de la hoja o peso de la materia seca de la parte aérea.

PSR : Peso seco de la raíz o peso de la materia seca de la parte radicular.

4.1.3.2. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$)

A los 180 días después de la siembra [dds], se evidenció que los tratamientos T₂ (Suelo franco + Fosfato diamónico), T₃ (Suelo franco + Biofertilizante) y T₁₀ (Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico) estadísticamente obtuvieron mayor materia seca de la parte foliar que lo obtenido por los tratamientos T₅ (Suelo arcilloso + Compost), T₁₂ (Suelo franco arcilloso), T₇ (Suelo arcilloso + Biofertilizante) y T₈ (Suelo arcilloso) (Tabla 10). Por otro lado, se evidencia que los tratamientos T₅, T₁₂, T₇ y T₈, mostraron que los pesos de materia seca de la parte radicular [0 a 20 cm, 20 a 40 cm y de 40 a 60 cm de longitud], fueron menores que los pesos de materia seca de la parte radicular de los demás tratamientos. También, se evidencia que los tratamientos T₃, T₂ y T₁₀ estadísticamente obtuvieron mayor materia seca de

la parte radicular de 20 a 40 cm de longitud en comparación a los demás tratamientos en estudio. Además, estos tratamientos muestran pesos mayores de materia seca de la parte radicular de 0 a 20 cm y 40 a 60 cm de longitud, respectivamente.

Tabla 10. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) entre los tratamientos para la variable pesos de materia seca de la hoja y raíz del vetiver con datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$.

PSH			PSR (0-20 cm)			PSR (20-40 cm)			PSR (40-60 cm)		
T	(g)*	Sig.	T	(g)*	Sig.	T	(g)*	Sig.	T	(g)*	Sig.
T ₂	117,20	a	T ₃	31,37	a	T ₂	12,70	a	T ₂	6,42	a
T ₃	107,88	a	T ₂	26,44	ab	T ₃	11,68	a	T ₁₀	5,91	a
T ₁₀	95,18	a	T ₁₀	25,43	ab	T ₁₀	8,84	b	T ₁₁	5,60	a
T ₁₁	91,61	ab	T ₁₁	25,30	ab	T ₁₁	8,70	b	T ₃	5,53	a
T ₁	89,80	ab	T ₉	24,50	ab	T ₉	5,79	c	T ₁	5,29	a
T ₉	60,94	abc	T ₁	20,90	ab	T ₁	5,54	c	T ₉	5,19	a
T ₆	58,22	abc	T ₆	20,17	ab	T ₄	5,51	c	T ₄	5,13	a
T ₄	56,37	abc	T ₄	16,28	bc	T ₆	5,47	c	T ₆	5,13	a
T ₅	42,63	bc	T ₅	9,81	cd	T ₅	0,53	d	T ₅	0,19	b
T ₁₂	39,89	bc	T ₁₂	6,78	de	T ₁₂	0,52	d	T ₈	0,13	b
T ₇	36,46	c	T ₇	6,76	de	T ₈	0,41	d	T ₁₂	0,12	b
T ₈	36,46	c	T ₈	5,72	e	T ₇	0,32	d	T ₇	0,06	b

Tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

PSH = Peso seco de la hoja o peso de la materia seca de la parte aérea. PSR = Peso seco de la raíz o peso de la materia seca de la parte radicular.

* = Promedios reales sin transformar a $\sqrt{(x+1)}$.

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.

T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.

T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.

T₄ = Suelo franco.

T₅ = Suelo arcilloso + Compost.

T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.

T₈ = Suelo arcilloso.

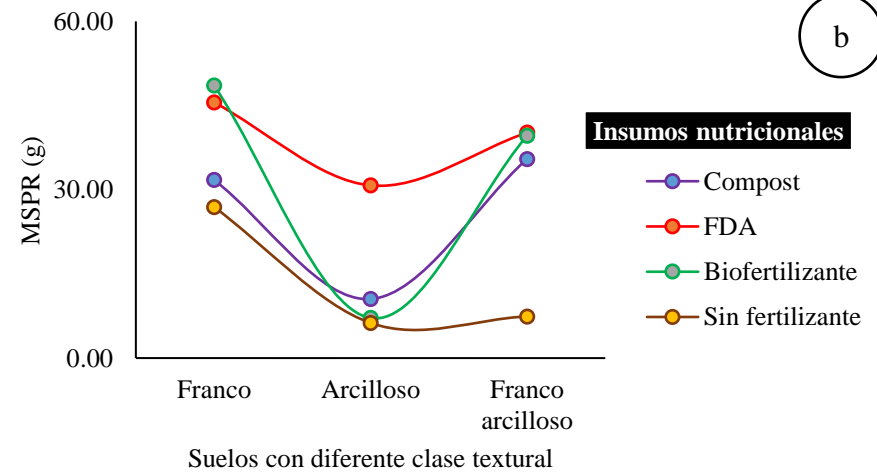
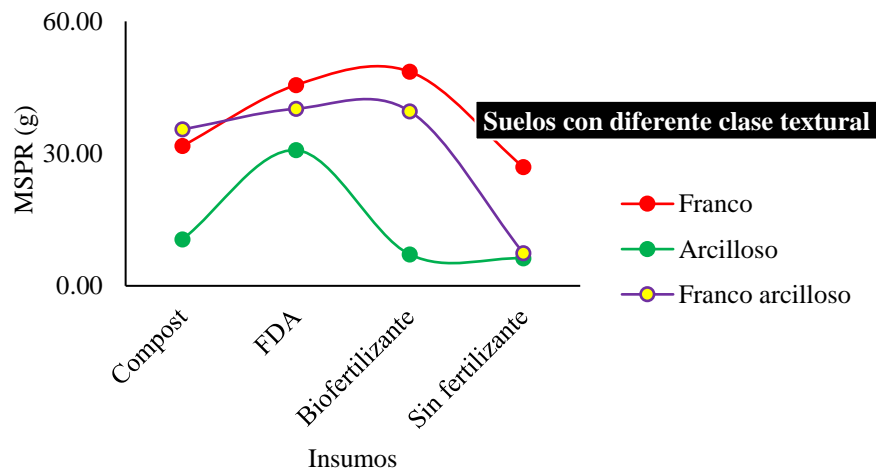
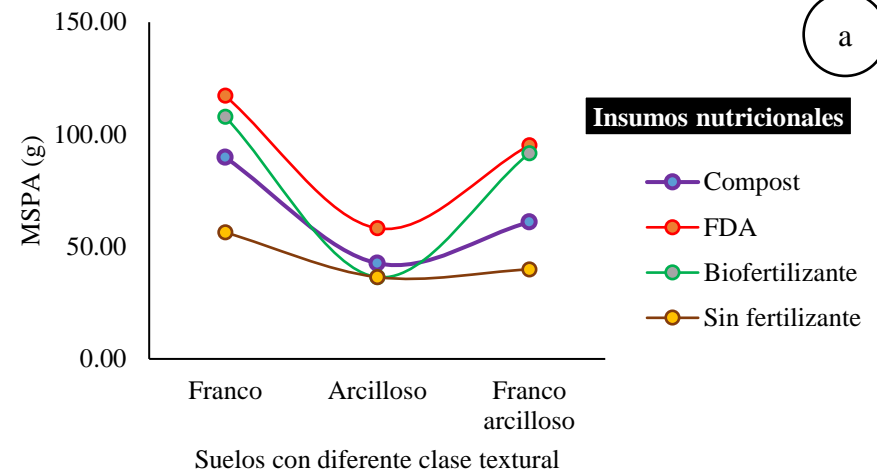
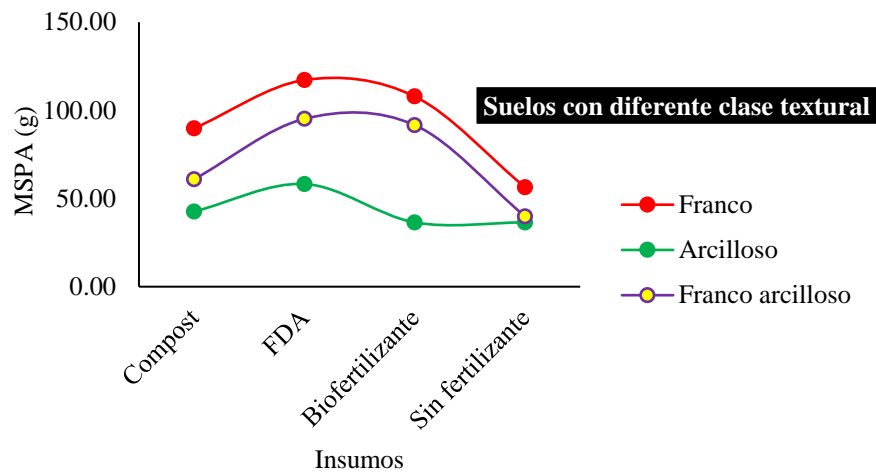
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.

T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.

T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.

T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

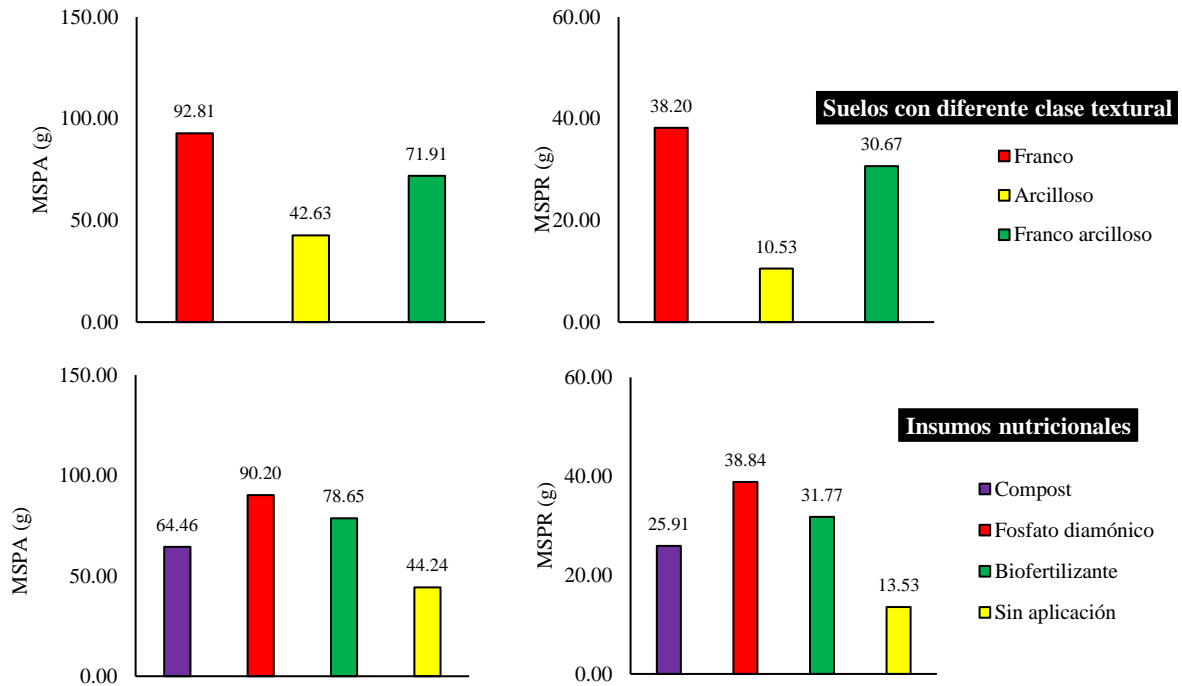
Los resultados (Tabla 10) muestran que las plantas de vetiver con menor peso de materia seca en la parte aérea y radicular se desarrollaron en un suelo arcilloso con pH neutro y 0% de saturación de aluminio, en comparación con otros suelos estudiados (Anexo, Tabla 21). Además, las plantas de vetiver cultivadas en este tipo de suelo no mejoraron significativamente en materia seca, incluso con fertilización, comparadas con las plantas que no fueron fertilizadas (T₈). Es decir, a pesar de la fertilización con compost, fosfato diamónico o biofertilizante, las plantas no lograron condiciones óptimas de crecimiento en este tipo de suelos (Figura 9). Estos resultados podrían deberse por la tendencia del suelo arcilloso a la compactación (Jaramillo, 2002). Este factor puede dificultar el desarrollo radicular y reducir la



MSPA = Peso de la materia seca de la parte aérea. MSPR = Peso de la materia seca de la parte radicular.
 FDA = Fosfato diamónico.

Figura 9. Comportamiento del peso de la materia seca de la parte aérea y parte radicular obtenidos: a) Por los suelos con diferente clase textural en interacción con los insumos nutricionales, b) Por los insumos agrícolas en interacción con los suelos con diferente clase textural.

capacidad de la planta para absorber agua y nutrientes. Aunque este problema es muy común y depende de varios factores, pero la compactación del suelo a menudo lleva al anegamiento, lo cual es perjudicial para el crecimiento y desarrollo de la planta. Además, según Jordan (2006), la compactación dificulta el proceso de descomposición de la materia orgánica por parte de los microorganismos, lo que a su vez complica la absorción de nutrientes por las plantas.



MSPA = Peso de la materia seca de la parte aérea. MSPR = Peso de la materia seca de la parte radicular.

Figura 10. Promedio del peso de materia de la parte aérea y radicular del vetiver de los tratamientos en base a suelos con diferente clase textural e insumos nutricionales.

De igual manera y al promediar los resultados, se observa que las plantas de vetiver que crecieron en el suelo con clase textural arcilloso, mostraron una menor biomasa en comparación con las que se desarrollaron en los otros suelos con diferente clase textural (Figura 10). En particular, las plantas cultivadas en suelo con clase textural franco, presentaron un mayor peso de materia seca en comparación con las que crecieron en suelos con clase textural arcilloso o franco arcilloso, respectivamente. Este resultado, podría deberse a las características propias del suelo con clase textural franco, porque este suelo al presentar una textura equilibrada entre arena, limo y arcilla, esta proporciona una estructura bien aireada y porosa (Jordan, 2006). Además, aparentemente bajo esas condiciones, es muy favorable para las plantas de vetiver, porque según Jaramillo (2002), favorece la penetración de las raíces y hay mayor movilidad del agua y el aire en el suelo, lo que hace beneficioso para el crecimiento radicular y acceso a nutrientes.

Además, se vio que las plantas fertilizadas con fosfato diamónico mostraron un mayor peso de materia seca en comparación con aquellas tratadas con compost, biofertilizante o sin fertilización (Figura 10). Este hallazgo se puede explicar, porque el fosfato diamónico contiene altas concentraciones de fósforo y nitrógeno en formas altamente solubles (Alvarado y Raigosa, 2012), lo que son fácilmente disponibles para las raíces de las plantas de vetiver tan pronto fueron aplicados al suelo. En cambio, el compost y biofertilizante poseen nutrientes en formas orgánicas que requieren tiempo para descomponerse y estar en formas disponibles para las plantas (Dimas et al., 2001; Cotrina, 2019; Cruz et al., 2020). Por ende, esta condición podría haber retrasado la absorción de nutrientes y limitado su disponibilidad inmediata del vetiver. Como resultado, las plantas muestran menor biomasa en comparación con aquellas que fueron fertilizadas con fosfato diamónico. Según Truong y Thai (2015), varios reportes han demostrado que el uso de fosfato diamónico puede aumentar considerablemente la producción de biomasa en plantas de vetiver, por lo cual su aplicación es muy recomendable.

Finalmente, es importante destacar que existe una alta correlación significativa entre el volumen radicular y el peso de la materia seca de las plantas de vetiver (Figura 11). Aunque la correlación no implica causalidad, esta relación sugiere que un mayor volumen radicular se asocia con una mayor biomasa en las plantas de vetiver. Un volumen radicular más grande implica una mayor superficie de absorción (Barceló et al., 2001), lo que permite a la planta obtener más nutrientes esenciales para su crecimiento y desarrollo. Además, un mayor volumen radicular proporciona más estabilidad y anclaje al suelo, lo que aumenta la capacidad de la planta para extraer agua y los nutrientes en condiciones edáficas no óptimas, permitiendo así un crecimiento y producción de biomasa adecuados.

En resumen, el mayor volumen radicular en las plantas de vetiver parece haber facilitado un crecimiento más robusto y una mayor producción de biomasa (Figura 10). Es decir, cuando las plantas de vetiver desarrollaron un sistema radicular extenso y fuerte, mostraron un desarrollo más vigoroso y una mayor biomasa. Asimismo, la Figura 13 muestra fuerte correlación entre el peso de la materia seca de la planta de vetiver con la emisión del número de macollos, hojas y volumen radicular, respectivamente, porque los valores de Pearson (r) promedios fueron mayores a 0,80. Estos valores indican buena correlación, sin embargo, también sugiere que el peso de la materia seca llega a depender de otros factores, como las características del suelo, la disponibilidad de nutrientes y las condiciones ambientales, y no solo del número de hojas y macollos por planta. Por ejemplo, la biomasa del vetiver podría estar más relacionada con su sistema radicular, ya que este se caracteriza por ser extenso y profundo, lo que podría explicar que, a mayor volumen radicular, mayor biomasa.

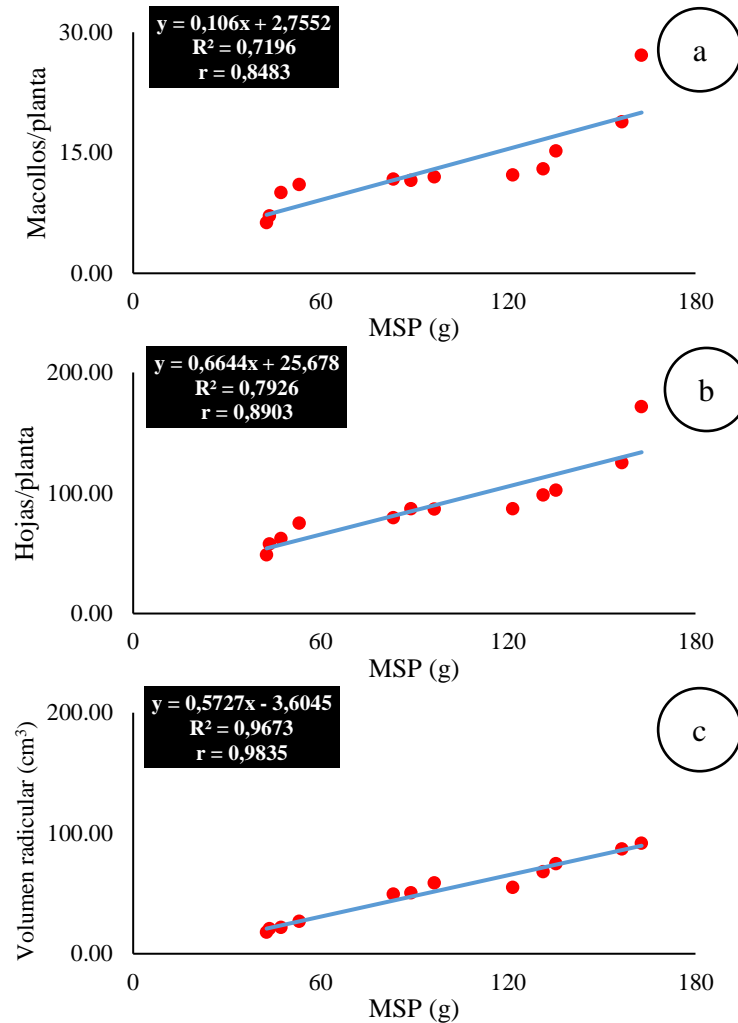


Figura 11. Correlación de Pearson del peso de materia seca de la planta (MSP) con: a. Número de macollos por planta, b. Hojas por planta, c. Volumen radicular.

4.2. Análisis de suelos de los tratamientos en estudio

4.2.1. Análisis físico

Antes de la siembra de vetiver, las texturas de los suelos en cada bloque eran franco, arcilloso y franco arcilloso, respectivamente (Tabla 11, Anexo, Figura 14). Sin embargo, después de 6 meses de la siembra de vetiver; la clase textural de los suelos en cada tratamiento cambió en comparación con el inicio. La mayoría de las texturas de los suelos de los tratamientos, se convirtieron en franco arcillo limoso (Tabla 11). En particular, la textura del suelo en el tratamiento T₄ (Suelo franco) cambió a suelo arcilloso. Además, se observó que las texturas de los suelos en los tratamientos sin aplicación de fosfato diamónico, compost o biofertilizante también se modificaron. Esto sugiere que los cambios en la textura no parecen estar influenciados por la aplicación de estos insumos, sino que podrían estar relacionados con el vetiver, especialmente con su sistema radicular, debido a la distribución y composición de

las partículas del suelo a medida que crece y se desarrolla el sistema radicular del vetiver. Este proceso según Jaramillo (2002) y Jordan (2006), se ilustra cómo interacciones entre las plantas y suelo, en el que pueden influir significativamente en sus propiedades físicas y químicas.

Tabla 11. Clase textural de los suelos de cada tratamiento en estudio después de 6 meses de la aplicación de los tratamientos en estudio.

Tratamientos		Clase textural	
T	Descripción	Inicial	Final
T ₁	Suelo franco + Compost	Franco	Franco arcilloso
T ₂	Suelo franco + Fosfato diamónico		Franco arcillo limoso
T ₃	Suelo franco + Biofertilizante		Franco arcilloso
T ₄	Suelo franco		Arcilloso
T ₅	Suelo arcilloso + Compost	Arcilloso	Franco arcillo limoso
T ₆	Suelo arcilloso + Fosfato diamónico		Franco arcillo limoso
T ₇	Suelo arcilloso + Biofertilizante		Franco arcillo limoso
T ₈	Suelo arcilloso		Franco arcillo limoso
T ₉	Suelo franco arcilloso + Compost	Franco arcilloso	Franco arenoso
T ₁₀	Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico		Franco arcillo limoso
T ₁₁	Suelo franco arcilloso + Biofertilizante		Franco arcillo limoso
T ₁₂	Suelo franco arcilloso		Franco arcillo limoso

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, Pellegrini (2019), indica que la textura del suelo, siendo una propiedad fundamentalmente estable y solo se modifica a través de actividades como laboreo, erosión hídrica o eólica, u otros agentes. Por su parte, Domínguez (2018), observó que, después de 90 días de la aplicación de diversas fuentes de fósforo en una plantación de "kudzu" en dos suelos con textura franco arenoso arcilloso cambiaron a franco arenoso y franco arcillo arenoso, respectivamente. Mientras tanto, Vásquez (2018) reportó que el suelo con textura franco arcilloso, utilizado como sustrato en vivero, cambió en 90 días a un suelo con textura franco después de las aplicaciones de una fuente de materia orgánica [biosol].

Sin embargo y respecto al cambio textural del suelo posiblemente después de la siembra de vetiver podría explicarse a la acción de las raíces del vetiver, porque estas son extensas y profundas, además llegan a penetrar y explorar distintas capas del suelo (Detrinidad y Carballo, 2003). Esto, es decir, esta actividad radicular podría alterar la estructura del suelo, favoreciendo la mezcla de partículas y creación de una textura menos distintiva entre las capas inicialmente presentes. Además, como el sistema radicular del vetiver absorbe agua y nutrientes de distintas capas del suelo. Este proceso podría llevar a cambios en la distribución de humedad

y nutrientes dentro del suelo, influyendo así en la estructura y composición textural a medida que la planta crece y desarrolla su sistema radicular. En relación a la distribución radicular del vetiver, Truong y Thai (2015), la actividad radicular del vetiver puede mejorar la porosidad del suelo al crear canales y espacios por donde el agua y los gases pueden moverse más libremente.

4.2.2. Análisis químico

4.2.2.1. pH

Después de 6 meses de la siembra de vetiver y la aplicación de los tratamientos, se observó que el pH de los distintos suelos disminuyó en un rango del 7,14 % al 31,46 % en comparación con el pH inicial (Tabla 12). Sin embargo, hubo excepciones en los tratamientos T₅ (Suelo arcilloso + Compost) y T₉ (Suelo franco arcilloso + Compost), donde el pH incrementó en 21,00 % y 2,71 %, respectivamente. Respecto a estos incrementos del pH, pueden explicarse por la naturaleza alcalina del compost y por su capacidad que presentan para introducir y favorecer microorganismos que llegan a mineralizar la materia orgánica de manera que libera compuestos alcalinos (Palmero, 2010; Acevedo et al., 2014). No obstante, este efecto común de las fuentes de materia orgánica, como el compost, no se observa con la aplicación de biofertilizante en los mismos suelos, ya que estos, llegaron a mostrar una disminución del pH. En particular, el pH del suelo en el tratamiento T₃ (Suelo franco + Biofertilizante) tuvo la mayor disminución en comparación con los demás tratamientos en estudio, con una reducción del 21,46 % respecto al pH inicial.

Por lo tanto, es posible que el incremento del pH en los suelos tratados con compost se debe a su naturaleza alcalina y a la liberación de compuestos alcalinos durante la mineralización de la materia orgánica. En contraste, la reducción del pH en suelos tratados con biofertilizante probablemente se debe a su alto contenido de ácidos orgánicos y la liberación de H⁺ por la actividad de los microorganismos del biofertilizante (Dimas et al., 2001), cuya característica es común de los biofertilizantes en comparación que otras fuentes de materia orgánica (Acevedo et al., 2014). Por lo tanto, la notable disminución del pH en el tratamiento T₃ se podría explicar por una elevada actividad microbiana que produce ácidos orgánicos, que llega a superar la capacidad amortiguadora del suelo. Por otro lado, probablemente puede darse que el biofertilizante pudo estimular la actividad radicular generando una mayor exudación de ácidos orgánicos de las raíces del vetiver por encima de lo normal.

Por otro lado, los descensos en el pH en suelos donde no se aplicó compost podrían deberse a la combinación de diferentes factores desde la influencia del sistema radicular del vetiver, insumos nutricionales y otras variables que no se tomaron en cuenta. Por ejemplo, la alta presencia de ácidos orgánicos a través de la exudación de las raíces del vetiver

y que en combinación con la actividad de microorganismos que producen ácidos durante la descomposición de la materia orgánica. Esta sumatoria y elevada presencia de ácidos orgánicos en los suelos, elevaron probablemente la acidez del suelo. Asimismo, también podemos incluir al fosfato diamónico como un agente que pudo contribuir en la reducción del pH de los suelos, porque contiene amonio (NH_4^+). Este amonio por acción de las bacterias nitrificantes pudo ser convertido a nitrato (NO_3^-) en el suelo y durante este proceso se libera iones H^+ (Bárbara del Águila, 2022), lo que pudo también reducir el pH del suelo, si está fue significativamente alta.

Tabla 12. pH de los suelos de cada tratamiento después de 6 meses de la aplicación de los tratamientos en estudio.

T	Tratamientos Descripción	pH		(%)	
		Inicial	Final	Reducción	Aumento
T ₁	Suelo franco + Compost		4,73	11,42	---
T ₂	Suelo franco + Fosfato diamónico		4,13	22,66	---
T ₃	Suelo franco + Biofertilizante	5,34	3,66	31,46	---
T ₄	Suelo franco		4,55	14,79	---
T ₅	Suelo arcilloso + Compost		7,26	---	21,00
T ₆	Suelo arcilloso + Fosfato diamónico		5,06	15,67	---
T ₇	Suelo arcilloso + Biofertilizante	6,00	5,48	8,67	---
T ₈	Suelo arcilloso		5,41	9,83	---
T ₉	Suelo franco arcilloso + Compost		7,19	---	2,71
T ₁₀	Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico		5,47	21,86	---
T ₁₁	Suelo franco arcilloso + Biofertilizante	7,00	5,71	18,43	---
T ₁₂	Suelo franco arcilloso		6,50	7,14	---

4.2.2.2. Macroelementos y microelementos

Después de seis meses de la siembra de vetiver y la aplicación de los tratamientos en base a suelos con características físicas y químicas muy similares (Anexo, Tabla 21), se observó un incremento en el contenido de fósforo en la mayoría de los suelos, con excepción de los tratamientos T₉ (Suelo franco arcilloso + Compost) y T₄ (Suelo franco). Este incremento en el fósforo osciló entre un 42,52 % y 481,10 % en comparación con los niveles iniciales. En los tratamientos T₉ y T₄, los suelos experimentaron una reducción en el contenido de fósforo del 61,42 % y 13,89 %, respectivamente (Tabla 13). Además, se observó que, en seis tratamientos, los suelos mostraron un incremento en los niveles de potasio, que varió entre un 5,27 a 79,14% en comparación con el contenido inicial. En contraste, los suelos de los otros

tratamientos redujeron sus niveles de potasio entre un 3,24% y un 55,16%. Asimismo, se evidenció que, en cinco tratamientos, los suelos presentaron aumentos en los niveles de calcio, fluctuando entre un 0,61% y un 37,67% respecto al contenido inicial.

Es crucial señalar que el tratamiento T₂ (Suelo franco + Fosfato diamónico) mostró incrementos en los niveles de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio en comparación con los contenidos iniciales de ese suelo. Del mismo modo, el tratamiento T₁₂ (Suelo franco arcilloso) también presentó aumentos en materia orgánica, nitrógeno, fósforo y calcio respecto a los niveles iniciales (Tabla 13). Le prosigue el tratamiento T₃ (Suelo franco + Biofertilizante), que presentó incrementos en materia orgánica, nitrógeno y fósforo. Por otro lado, el tratamiento T₅ (Suelo arcilloso + Compost) mostró incrementos en fósforo, potasio y calcio. Además, el suelo del tratamiento T₉ (Suelo franco arcilloso + Compost) llegó a presentar incrementos en potasio, calcio y magnesio. Finalmente, se observó que el suelo del tratamiento T₁₀ (Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico) mostró incrementos en fósforo y calcio.

Los aumentos en los niveles de fósforo, potasio y calcio en ciertos suelos pueden ser atribuidos a la aplicación de compost y otros fertilizantes que suministraron estos nutrientes al suelo. Respecto al fosfato diamónico es rico en nitrógeno y fósforo (Alvarado y Raigosa, 2012), lo que facilita el crecimiento de las plantas y mejora la disponibilidad de los nutrientes. Por su parte, el compost y biofertilizante, proporciona materia orgánica y una gama de nutrientes, con el fin de mejorar la estructura del suelo y aumentar la capacidad de retención de agua y nutrientes (Cotrina, 2019; Cruz et al., 2020). Asimismo, las reducciones observadas en otros tratamientos en estudio, pueden deberse a la absorción generadas por las plantas de vetiver o posiblemente a la lixiviación de nutrientes en suelos con menor capacidad de retención y la variabilidad en la capacidad de fijación y movilización de estos nutrientes en suelos con diferente clase textural.

Otro posible factor que influyó sobre los resultados, es la relación C/N, porque según Jaramillo Pellegrini (2019) influye significativamente en la disponibilidad de nutrientes para las plantas, porque regula el equilibrio entre mineralización e inmovilización de nutrientes en el suelo. De acuerdo a Jaramillo (2002) y Jordan (2006), una relación C/N alta en fuentes de materia orgánica [compost y biofertilizante], puede ralentizar la liberación de nutrientes esenciales debido al mayor consumo de nitrógeno por parte de los microorganismos durante el procesamiento. Esto podría explicar los incrementos variables en fósforo, potasio y calcio observados en los suelos tratados, así como las disminuciones de pH en tratamientos con biofertilizantes, donde la actividad microbiana y exudación de ácidos orgánicos pueden influir en la dinámica de nutrientes y su disponibilidad para el vetiver.

Tabla 13. Macroelementos de los suelos de cada tratamiento después de 6 meses de la aplicación de los tratamientos en estudio.

T	M.O. (%)			N (%)			P (ppm)			K (ppm)			Ca (Cmol/kg)			Mg (Cmol/kg)		
	AI	AF	A (%)	AI	AF	A (%)	AI	AF	A (%)	AI	AF	A (%)	AI	AF	A (%)	AI	AF	A (%)
T ₁		0,72	-73,23		0,04	-69,23		1,81	+42,52		133,44	+55,16		1,80	-57,24		0,19	-65,45
T ₂	2,69	3,40	+26,39	0,13	0,17	+30,77	1,27	7,38	+481,10	86,00	154,06	+79,14	4,20	3,87	-7,88	0,55	0,43	-22,18
T ₃		3,56	+32,34		0,18	+38,46		5,20	+309,45		83,21	-3,24		1,56	-62,90		0,18	-67,27
T ₄		1,97	-26,77		0,10	-23,08		0,49	-61,42		77,22	-10,21		2,38	-43,24		0,18	-66,91
T ₅		0,66	-68,27		0,03	-70,00		6,24	+117,42		121,31	+11,29		5,73	+8,52		0,76	-2,56
T ₆	2,08	1,40	-32,69	0,10	0,07	-30,00	2,87	14,64	+410,10	109,00	50,96	-53,25	5,28	5,31	+0,61	0,78	0,74	-4,87
T ₇		1,46	-29,81		0,07	-30,00		5,49	+91,29		114,74	+5,27		4,78	-9,53		0,61	-21,67
T ₈		0,67	-67,79		0,03	-70,00		5,87	+104,53		88,06	-19,21		4,63	-12,23		0,59	-24,62
T ₉		1,00	-9,91		0,05	-16,67		5,58	-13,89		105,93	+8,09		6,56	+30,46		0,89	+1,72
T ₁₀	1,11	0,40	-63,96	0,06	0,02	-66,67	6,48	22,85	+252,62	98,00	77,64	-20,78	5,03	5,82	+15,69	0,87	0,91	+4,83
T ₁₁		0,30	-72,97		0,01	-83,33		10,02	+54,63		65,97	-32,68		4,02	-20,12		0,52	-40,00
T ₁₂		1,80	+62,16		0,09	+50,00		17,19	+165,28		88,76	-9,43		6,93	+37,67		0,78	-10,11

AI = Análisis inicial. AF = Análisis final. A = Aumento del contenido porcentual respecto al contenido inicial.

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.

T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.
T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.

T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

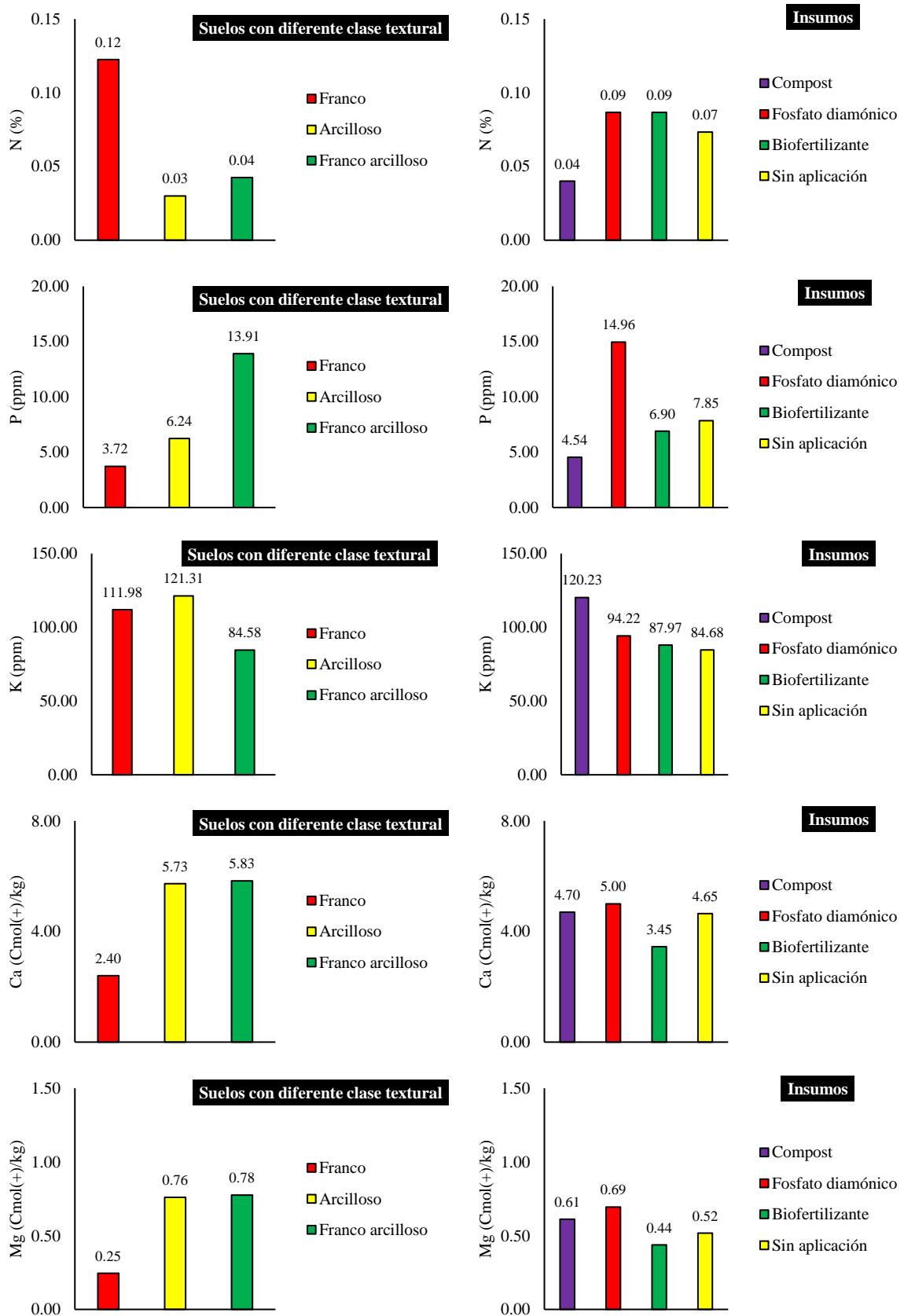


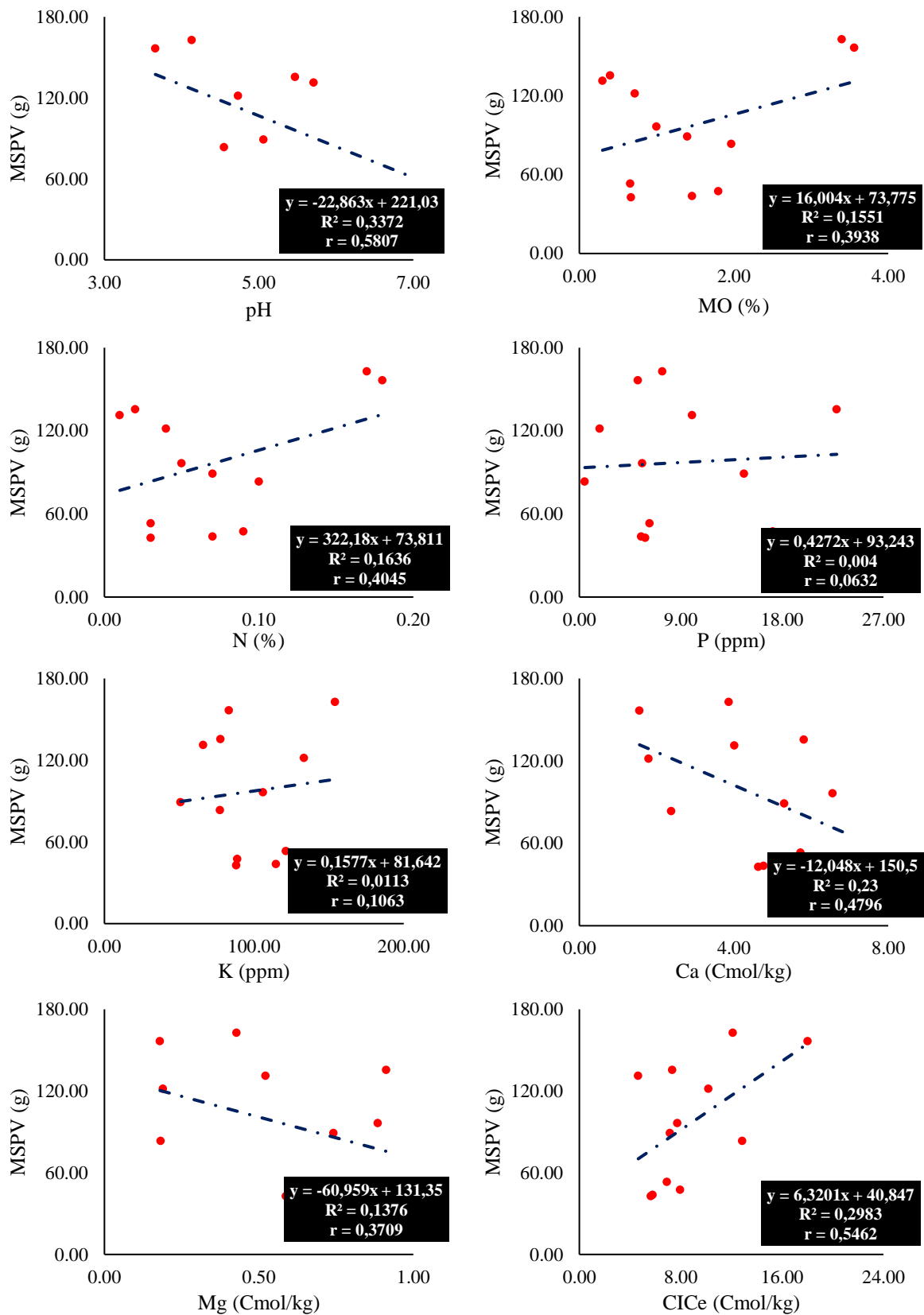
Figura 12. Promedio de macronutrientes en los suelos obtenidos por los tratamientos en base a suelos con diferente clase textural e insumos nutricionales.

La falta de un patrón consistente en los contenidos de nutrientes en relación al tipo de suelo podría sugerir que la interacción entre los insumos nutricionales y las plantas de vetiver, juega un papel más significativo en la disponibilidad de nutrientes que las características inherentes del suelo. Esto subraya la importancia de considerar tanto el tipo de fertilizante como las plantas utilizadas en la gestión de la fertilidad del suelo. Por ejemplo, la demanda de nutrientes por parte de las plantas de vetiver puede influir en los niveles de nutrientes del suelo, en algunos casos, los niveles pueden aumentarse por la descomposición de materia orgánica y actividad microbiana; en otros, pudo reducirse debido a la absorción de las plantas de vetiver. Además, anteriormente se mencionó que es probable que el sistema radicular del vetiver, al ser extenso y profundo, pudo haber influido significativamente en los cambios texturales respecto a la textura inicial de tres suelos (Tabla 11). También es probable que influyó sobre el contenido nutricional de los suelos, porque estas raíces profundas crearon canales que aumentaron la porosidad e infiltración de agua, lo que llevó a una redistribución de partículas del suelo y un cambio en el contenido de nutrientes del suelo.

4.2.3. Correlación de Pearson (r) respecto a la biomasa del vetiver

Al realizar el análisis de correlación (r) entre los indicadores químicos del suelo [pH, materia orgánica (MO), nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y capacidad de intercambio catiónico (CICe)] y la biomasa de la planta de vetiver a los 180 días después de la siembra de los tratamientos en estudio (Figura 13), se comprobó que la CICe del suelo podría tener mediana relación lineal positiva con la biomasa de la planta de vetiver, ya que el valor de r es 0,5462 (Figura 13). Esto indica que a medida que la CICe en el suelo incrementa, la biomasa de la planta de vetiver en parte aumenta de manera significativa. Además, al analizar la influencia del pH del suelo sobre la biomasa del vetiver, se observó que el valor de r fue -0,5807, indicando una relación negativa moderada entre estas dos variables; es decir, a medida que el pH disminuye, la biomasa de la planta de vetiver tiende a incrementar. En cuanto a los indicadores químicos como nitrógeno, calcio y magnesio y su influencia sobre la biomasa de la planta de vetiver, se encontró que los valores promedio de r son menores a 0,40 (Figura 13), lo que sugiere una relación baja entre estos nutrientes en el suelo y la biomasa del vetiver.

Estos resultados indican que, aunque todas las variables químicas del suelo son muy importantes para el crecimiento de vetiver; sin embargo, al parecer, la CICe pudo tener mayor influencia positiva, probablemente debido a su capacidad para mejorar la disponibilidad general de nutrientes (Jordan, 2006). Esto indicaría que a mayor CICe significa que el suelo puede almacenar y liberar más nutrientes, lo que pudo favorecer el crecimiento y desarrollo de la planta de vetiver. Por lo tanto, a medida que la CICe aumentó, la disponibilidad de nutrientes



MSPV = Peso de la materia seca de la planta de vetiver.

Figura 13. Correlación de Pearson (r) entre las características químicas del suelo [variable independiente] con la biomasa de la planta de vetiver [variable dependiente] de los tratamientos en estudio.

esenciales también aumentó, lo que se traduce en una mayor biomasa de vetiver. Además, tener mayor biomasa significa que la planta acumuló más materia orgánica, lo cual se refleja en mayor peso seco de la planta debido a una mejor absorción de nutrientes, mayor eficiencia en la fotosíntesis, y mejor adaptación y resistencia a las condiciones edafoclimáticas.

En relación al pH, un factor muy crucial para el crecimiento del vetiver, se observa que condiciones ligeramente ácidas pueden ser más beneficiosas. Esto se debe a la capacidad del vetiver para tolerar rangos de pH amplios, desde 3,30 hasta 12,50 (Truong y Thai, 2015), así como altos niveles de saturación de aluminio, promediando un 68% (Rivera, 2018; Bustamante y Pérez, 2019). Este dato es consistente con los resultados del estudio, donde el suelo franco inicialmente mostró un 63,69 % de saturación de aluminio (Tabla 3). Al final del experimento, los tratamientos en estudio basados en suelo franco [T₁ (Suelo franco + Compost), T₂ (Suelo franco + Fosfato diamónico), T₃ (Suelo franco + Biofertilizante) y T₄ (Suelo franco)] demostraron aritmética y estadísticamente tener plantas con mayores pesos de materia seca tanto en la parte aérea como radicular en comparación con otros tratamientos (Tabla 10).

El aluminio puede ser tóxico para muchas plantas y afecta negativamente su crecimiento porque interfiere con la absorción de nutrientes y ser perjudicial para las raíces (Jaramillo, 20021); sin embargo, esta especie, muestra capacidad para tolerar altos niveles de aluminio y puede acumular más biomasa bajo condiciones edáficas que pueden ser favorables para otras especies vegetativas. También esta tolerancia, puede estar atribuido a su gran sistema radicular que, al ser amplio y profundo, le permite acceder a nutrientes y agua en profundidades donde otras especies no pueden. Además, el vetiver es eficiente en absorber nitrógeno y fósforo del suelo (Rivera, 2018; Bustamante y Pérez, 2019), lo que posiblemente facilitó un crecimiento vigoroso y una mayor producción de biomasa.

Según los análisis de correlación realizados (Figura 13), se observa que la presencia de nitrógeno, calcio y magnesio en el suelo tiene un impacto moderado en la biomasa del vetiver, en comparación con la capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE). Esto se puede evidenciar con los suelos de los tratamientos T₁, T₂, T₃ y T₄, que mostraron los niveles más altos de CICE en comparación con los demás tratamientos (Anexo, Tabla 21), con 10.20, 12.13, 18.02 y 12.87 Cmol/kg respectivamente. Estos tratamientos también exhibieron mayor peso de materia seca en la parte aérea y radicular en comparación con los otros tratamientos (Tabla 10), lo que indica una mayor biomasa en las plantas de vetiver. Por lo tanto y en conjunto, se podría comprobar que esta adaptación fisiológica del vetiver le permite prosperar en suelos ligeramente ácidos y con niveles elevados de aluminio, facilitando un crecimiento vigoroso y una mayor producción de biomasa, como se observó en los resultados del estudio mencionado.

V. CONCLUSIONES

1. Se comprobó que las plantas de vetiver (*C. zizanioides*) en suelos franco, arcilloso y franco arcilloso y donde se hicieron aplicaciones de compost, fosfato diamónico y biofertilizante, produjeron entre 6,29 y 27,14 macollos por planta y entre 48,79 y 171,57 hojas por planta, con volúmenes radiculares que variaron de 17,72 a 84,94 cm³. Asimismo, las plantas de vetiver por efecto de los tratamientos T₂ (Suelo franco + Fosfato diamónico), T₃ (Suelo franco + Biofertilizante), T₁₀ (Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico) y T₁₁ (Suelo franco arcilloso + Biofertilizante) obtuvieron mayor biomasa en comparación con los demás tratamientos estudiados.
2. Se evidenció que el suelo franco, con o sin la aplicación de insumos nutricionales, influyó positivamente en la obtención de plantas de vetiver con mayor biomasa y otras variables biométricas. Sin embargo, no se pudo determinar que algún insumo nutricional tuviera un efecto superior sobre la biometría de la planta de vetiver. Además, se observó que el vetiver alcanzó mayor biomasa en un suelo con elevada saturación de aluminio (63,69 %), lo que confirma que esta especie puede desarrollarse adecuadamente bajo condiciones químicas que no son óptimas para otras plantas.
3. Se constató que la clase textural de los suelos en los tratamientos en estudio, inicialmente clasificados como franco, franco arcilloso y arcilloso, se transformó predominantemente en franco arcillo limoso. Asimismo, se observó una reducción en los niveles de pH en la mayoría de los suelos, evidenciando un incremento en su acidez. Por otro lado, la mayoría de los suelos mostró un aumento en los niveles de fósforo en comparación con el contenido inicial. Finalmente se destaca a los tratamientos T₂ (Suelo franco + Fosfato diamónico) y T₁₂ (Suelo franco arcilloso), porque presentaron incrementos significativos en materia orgánica, nitrógeno y fósforo respecto a sus niveles iniciales.
4. Se comprobó que la capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) dentro del suelo, presenta una fuerte relación positiva con la biomasa de la planta de vetiver.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Implementar investigaciones prolongadas en suelos con elevada saturación de aluminio mediante la siembra de vetiver, con el objetivo de evaluar su capacidad para mejorar la fertilidad del suelo y promover su recuperación para usos agrícolas. Estos estudios deberían incluir análisis de la dinámica de nutrientes, cambios en las propiedades físicas y químicas del suelo, y la productividad agrícola posrecuperación.
2. Profundizar más sobre la combinación y dosis óptima de insumos nutricionales (compost, fosfato diamónico y biofertilizante) en distintos suelos con diferente clase textural con el fin de maximizar el crecimiento y desarrollo del vetiver y mejorar la calidad del suelo.
3. Investigar más a detalle y a fondo cómo el sistema radicular del vetiver puede influir sobre la modificación de la textura del suelo y cómo estos cambios afectan la disponibilidad de los nutrientes en dicho suelo.

VII. REFERENCIAS

- Acevedo, I., Contreras, J., González, R., Acevedo, I., y García, O. (2014). Efecto de la aplicación de materia orgánica sobre las propiedades físicas y químicas de un suelo de huerto. *Revista Facultad Agronomía (LUZ)*, 31: 325-340.
<https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/27163>
- Alvarado, A., y Raigosa, J. (2012). Nutrición y fertilización forestal en regiones tropicales. *Agronomía Costarricense*, 36(1), 113-115.
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242012000100009
- Arrigoni, M., Fitzgerald, A., y Carvalho, T. (2013). Produção de mudas de vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) com uso de diferentes substratos. *Bioscience Journal [online]*, 29(3), 597-604.
<https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/14081>
- Barba del Águila, N. (2022). *Efecto de la aplicación de cal y fosfato diamónico en el crecimiento de Tectona grandis L.f. de un año* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional La Molina.
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5214>
- Barcelo, J., Nicolás, G., Sabater, F., y Sánchez, R. (2001). Fisiología vegetal. *Ediciones Pirámide*. <https://www.edicionespiramide.es/libro/ciencia-y-tecnica/fisiologia-vegetal-juan-barcelo-coll-9788436815252/>
- Buchanan, B., Gruissem, W., y Jones, R. (2015). Biochemistry and molecular biology of plants. *American Society of Plant Physiologists*. <https://tinyurl.com/mtjay848>
- Bustamante, E., y Pérez, W. (2019). *Evaluación de la eficiencia de humedales artificiales en el tratamiento de aguas residuales municipales utilizando las especies junco typha sp y vetiver chrysopogon zizanioides en el distrito de Saposoa* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión]. Repositorio Institucional UPEU.
<https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2763>
- Briceño, L., y Bolívar, F. (2007). Evaluación de la eficiencia del vetiver (*Vetiveria zizanioides*) en la conservación de suelos de laderas en parcelas Yuqueras de Macapo Edo. Cojedes. *Revista AGROLLANIA*, 4, 143-148.
<https://biblat.unam.mx/hevila/Agrollania/2007/vol4/11.pdf>
- Callirgos, C. (2014). *Evaluación de la capacidad fitorremediadora de la especie Chrysopogon zizanioides mediante la incorporación de enmiendas en relaves mineros* [Tesis de

- pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional La Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1907>
- Chávez, G. (2022). *Utilización de pasto vetiver (Chrysopogon Zizanioides) como alternativa para la estabilización de taludes* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio Institucional USAT. <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/5645>
- Cotrina, V. (2019). *Efecto de abonos orgánicos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo agrícola en Purupampa Panao – 2017* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional UNHV. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/5399?show=full>
- Cruz, W., Rodríguez, L., Salas, M., Hernández, V., Campos, R., Chávez, M., 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, 475 - 480. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57364776004>
- Concha, J., Monzón, B., y Solís, R. (2019). *Capacidad de absorción de la especie vegetal vetiver Chrysopogon zizanioides en suelos controlados contaminados con mercurio* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Callao]. Repositorio Institucional UNAC. <https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/5187>
- Detrinidad, René., y Carballo, R. (2003). *Efecto del tiempo de inmersión en agua en el desarrollo radical y foliar de la gramínea vetiver (Vetiveria zizanioides (L) Nash)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/1868/>
- 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/articulo.oa?id=57319401>
- Domínguez, H. (2018). *Efectos de tres fuentes de fósforo en el desarrollo de micorrizas y el incremento de la fertilidad en cinco ecosistemas terrestres de Tingo María* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/ade5691c-2ed0-4550-947b-7f75bed2f4f1>
- Fernández, N., y Morillo, M. (2015). Efecto de la densidad de siembra del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L) en la producción de plantas madres en condiciones de campo. *La Red Internacional Vetiver*. <https://www.vetiver.org/ICV4pdfs/EB09.pdf>

- Global Biodiversity Information Facility. (2024). *Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty. Publicado en: Bull. Inst. Fondam. Afrique Noire, Sér. A, Sci. Nat. 22: 106 (1960). *Global Biodiversity Information Facility*. <https://www.gbif.org/null>
- Gomis, C., y Rodríguez, O. (2010). Estudio del comportamiento del vetiver (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash.) en diferentes condiciones agroclimáticas y de Manejo. *La Red Internacional Vetiver*. <https://www.vetiver.org/ICV4pdfs/EB24es.pdf>
- Huamán, T. (2021). *Fitorremediación con la especie vetiver (Chrysopogon zizanioides) para mejorar la calidad ambiental del agua del canal de riego CIMIRM en el distrito de Hualhuas, región Junín, 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio Institucional CONTINENTAL. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/12576>
- Jaramillo, D. (2002). Introducción a la ciencia del suelo. *Universidad Nacional de Colombia*. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/147701>
- Jordan, A. (2006). Manual de edafología. *Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola de la Universidad de Sevilla*. <https://tinyurl.com/2sw56tk2>
- León, Y. (2021). *Uso del sistema vetiver (Chrysopogon zizanioides) para la remediación de suelos contaminados por metales pesados provenientes de la actividad minera* [Tesis de pregrado, Universidad Científica del Sur]. Repositorio Institucional CIENTÍFICA. <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/873>
- Palmero, R. (2010). Elaboración de compost con restos vegetales por el sistema tradicional en pilas o montones. *Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife*. <https://tinyurl.com/ycyxnma9>
- Pellegrini, A. (2019). Curso edafología: textura y color del suelo. *Universidad Nacional de La Plata*.
- Ponce de León, R. (2021). *Evaluación del potencial de vetiver Vetiveria zizanioides (L.) Nash. para establecerse en suelos de zonas mineras en Madre de Dios* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios]. Repositorio Institucional UNAMAD. <https://repositorio.unamad.edu.pe/handle/20.500.14070/706>
- Quispe, S. (2013). *Propiedades biológicas y físicas del suelo bajo diferentes sistemas de manejo en el cultivo de café (Coffea arabica L.) en La Divisoria – Tingo María* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1051>
- Rivera, I. (2018). *Evaluación del potencial fitorremediador del vetiver (Chrysopogon zizanioides) sobre aluminio, cromo y cobre en la laguna de oxidación del municipio de*

- Jerusalén (Cundinamarca)* [Tesis de pregrado, Universidad El Bosque]. Repositorio Institucional UNBOSQUE. <http://hdl.handle.net/20.500.12495/3438>
- Siñani, A. (2012). *Efecto de la altura de corte y el número de cepas sobre la producción del vetiver (Chrysopogon zizanioides L.), en los Yungas de La Paz* [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio Institucional UMSA. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/7949>
- Truong, P., y Thai, L. (2015). El sistema vetiver para mejorar la calidad del agua prevención y tratamiento de aguas y suelos contaminados. *Red Internacional de Vetiver*.
- Vásquez, P. (2018). *Efecto del biofermento del estiércol de vacuno en el crecimiento de plantones de cacao (Theobroma cacao L.) en vivero* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/71a749d5-9f01-4cd1-b8f0-f56997c3e1ed>
- Xala, O. (2020). Vetiver y sus aplicaciones en la protección del medio ambiente: manual de conceptos básicos. *Vetiver México*.
- Zhou, L., Su, L., Zhang, L., Zhang, L., Zheng, Y., y Tang, L. (2022). Effect of different types of phosphate fertilizer on phosphorus absorption and desorption in acidic red soil of Southwest China. *Sustainability*, 14(16), 1-15. <https://doi.org/10.3390/su14169973>

ANEXO

Tabla 14. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) entre los tratamientos en estudios para la variable número de macollos por golpe de vetiver a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 días después de la siembra (dds) con datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$.

30 dds			60 dds			90 dds			120 dds			150 dds			180 dds		
Clave	(\bar{x})*	Sig.	Clave	(\bar{x})*	Sig.	Clave	(\bar{x})*	Sig.	Clave	(\bar{x})*	Sig.	Clave	(\bar{x})*	Sig.	Clave	(\bar{x})*	Sig.
T ₄	1,70	a	T ₁₀	2,36	a	T ₃	2,50	a	T ₃	2,83	a	T ₂	3,83	a	T ₂	5,30	a
T ₂	1,68	a	T ₃	2,00	ab	T ₂	2,23	ab	T ₂	2,55	ab	T ₃	3,25	b	T ₃	4,45	ab
T ₃	1,67	ab	T ₁₂	1,99	ab	T ₄	2,10	abc	T ₄	2,41	abc	T ₁₁	2,90	bc	T ₁₀	3,93	bc
T ₁	1,60	abc	T ₆	1,94	b	T ₁	2,04	abc	T ₁	2,38	abc	T ₁₀	2,80	bcd	T ₁₁	3,73	bcd
T ₉	1,54	abcd	T ₉	1,84	b	T ₁₀	2,00	bcd	T ₁₀	2,31	bcd	T ₄	2,69	bcde	T ₉	3,60	bcde
T ₁₂	1,53	abcd	T ₄	1,84	b	T ₁₂	1,79	bcd	T ₁₂	2,06	bcd	T ₁	2,68	bcde	T ₁	3,56	bcde
T ₁₀	1,53	abcd	T ₅	1,82	b	T ₅	1,63	cd	T ₅	1,93	cd	T ₆	2,66	bcde	T ₄	3,54	bcde
T ₅	1,49	bcd	T ₇	1,73	b	T ₉	1,63	cd	T ₉	1,93	cd	T ₉	2,65	bcde	T ₆	3,54	bcde
T ₆	1,48	cd	T ₂	1,72	b	T ₆	1,63	cd	T ₆	1,92	cd	T ₁₂	2,57	cde	T ₅	3,41	cde
T ₁₁	1,48	cd	T ₈	1,72	b	T ₁₁	1,60	cd	T ₁₁	1,89	cd	T ₅	2,52	cde	T ₁₂	3,32	cde
T ₈	1,45	cd	T ₁	1,69	b	T ₈	1,51	cd	T ₈	1,81	d	T ₇	2,23	de	T ₇	2,85	de
T ₇	1,41	d	T ₁₁	1,66	b	T ₇	1,50	d	T ₇	1,80	d	T ₈	2,12	e	T ₈	2,70	e

Tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.

T₅ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₇ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo franco arcilloso.

T₉ = Suelo arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo arcilloso.

Tabla 15. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) entre los tratamientos en estudios para la variable número de hojas por golpe de vetiver a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 días después de la siembra (dds) con datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$.

30 dds			60 dds			90 dds			120 dds			150 dds			180 dds		
Clave	(\bar{x}) [*]	Sig.	Clave	(\bar{x}) [*]	Sig.	Clave	(\bar{x}) [*]	Sig.	Clave	(\bar{x}) [*]	Sig.	Clave	(\bar{x}) [*]	Sig.	Clave	(\bar{x}) [*]	Sig.
T ₃	3,54	a	T ₁₀	5,68	a	T ₃	6,15	a	T ₃	7,02	a	T ₂	9,31	a	T ₂	13,13	a
T ₂	3,32	ab	T ₁₂	4,72	ab	T ₂	5,42	ab	T ₂	6,17	ab	T ₃	7,98	ab	T ₃	11,23	ab
T ₄	3,2	abc	T ₃	4,45	bc	T ₄	4,92	abc	T ₄	5,56	abc	T ₁₁	6,92	bc	T ₁₀	9,73	bc
T ₁	3,05	abcd	T ₆	4,22	bc	T ₁	4,81	abcd	T ₁	5,45	bcd	T ₁₀	6,84	bc	T ₁₁	9,61	bc
T ₁₀	2,95	abcde	T ₉	4,15	bc	T ₁₀	4,25	bcde	T ₁₀	4,83	bcde	T ₁	6,64	bc	T ₁	9,37	bc
T ₁₂	2,89	bcde	T ₅	3,93	bc	T ₁₂	3,79	cde	T ₁₂	4,29	cde	T ₄	6,64	bc	T ₉	9,36	bc
T ₉	2,79	bcde	T ₄	3,9	bc	T ₆	3,47	de	T ₆	3,95	de	T ₆	6,57	bc	T ₆	9,25	bc
T ₆	2,61	cde	T ₁₁	3,84	bc	T ₉	3,40	e	T ₉	3,85	e	T ₉	6,34	bc	T ₄	8,93	bc
T ₁₁	2,59	cde	T ₇	3,69	bc	T ₅	3,20	e	T ₅	3,62	e	T ₁₂	6,05	bc	T ₅	8,48	bc
T ₅	2,53	de	T ₂	3,65	bc	T ₁₁	3,19	e	T ₁₁	3,61	e	T ₅	5,64	c	T ₁₂	7,93	c
T ₇	2,36	e	T ₈	3,48	c	T ₈	2,94	e	T ₈	3,37	e	T ₇	5,43	c	T ₇	7,65	c
T ₈	2,33	e	T ₁	3,45	c	T ₇	2,94	e	T ₇	3,36	e	T ₈	5,04	c	T ₈	7,05	c

Tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.

T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.

T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.

T₄ = Suelo franco.

T₅ = Suelo franco arcilloso + Compost.

T₆ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.

T₈ = Suelo franco arcilloso.

T₉ = Suelo arcilloso + Compost.

T₁₀ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₁₁ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.

T₁₂ = Suelo arcilloso.

Tabla 16. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) entre los tratamientos de la variable volumen radicular a los 180 días después de la siembra sin transformar datos a $\sqrt{(x+1)}$.

0-20 cm			20-40 cm			40-60 cm			Total		
T	(cm ³) *	Sig.	T	(cm ³) *	Sig.	T	(cm ³) *	Sig.	T	(cm ³) *	Sig.
T ₃	8,46	a	T ₂	8,46	a	T ₂	2,62	a	T ₂	9,63	a
T ₂	8,18	a	T ₃	8,18	ab	T ₁₀	2,56	a	T ₃	9,37	a
T ₁₀	7,62	ab	T ₁₀	7,62	abc	T ₁₁	2,48	ab	T ₁₀	8,71	a
T ₁₁	7,11	abc	T ₁₁	7,11	abc	T ₃	2,30	abc	T ₁₁	8,31	a
T ₁	6,87	abc	T ₁	6,87	bcd	T ₁	2,05	bcd	T ₉	7,73	ab
T ₉	6,87	abc	T ₉	6,87	cde	T ₉	1,94	cd	T ₁	7,49	abc
T ₆	6,64	abcd	T ₄	6,64	cde	T ₆	1,75	de	T ₆	7,17	abc
T ₄	6,58	abcd	T ₆	6,58	cde	T ₄	1,66	de	T ₄	7,11	abc
T ₅	4,95	bcd	T ₅	4,95	de	T ₅	1,41	ef	T ₅	5,28	bcd
T ₁₂	4,49	cd	T ₁₂	4,49	de	T ₈	1,33	ef	T ₁₂	4,79	cd
T ₇	4,36	cd	T ₈	4,36	e	T ₁₂	1,27	ef	T ₇	4,68	cd
T ₈	3,93	d	T ₇	3,93	e	T ₇	1,13	f	T ₈	4,33	d

Tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

T₁ = Suelo franco + Compost.

T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.

T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.

T₄ = Suelo franco.

T₅ = Suelo franco arcilloso + Compost.

T₆ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.

T₈ = Suelo franco arcilloso.

T₉ = Suelo arcilloso + Compost.

T₁₀ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₁₁ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.

T₁₂ = Suelo arcilloso.

Tabla 17. Porcentaje promedio del total del volumen radicular obtenido por los tratamientos en base a suelos con diferente clase textural e insumos nutricionales de acuerdo a los rangos de longitud radicular.

Clase textural	0-20 cm		20-40 cm		40-60 cm	
	(cm ³)	(%)	(cm ³)	(%)	(cm ³)	(%)
Franco	57,89	77,26	11,75	15,68	5,29	7,06
Franco arcilloso	19,28	87,94	2,02	9,22	0,62	2,84
Arcilloso	51,22	86,99	5,16	8,76	2,50	4,25
Insumos	0-20 cm		20-40 cm		40-60 cm	
	(cm ³)	(%)	(cm ³)	(%)	(cm ³)	(%)
Compost	45,71	85,58	5,44	10,19	2,26	4,24
Fosfato diamónico	49,07	83,48	6,31	10,73	3,41	5,80
Biofertilizante	40,56	79,00	7,91	15,41	2,87	5,59
Sin aplicación	35,78	81,28	5,50	12,49	2,74	6,23

Tabla 18. Análisis de los suelos después de la aplicación de los tratamientos en estudio.

T	(%)			Textura	pH	(%)		(ppm)		CIC	Cmol(+)/kg						CICe	(%)		
	Arena	Arcilla	Limo			MO	N	P	K		Ca	Mg	K	Na	Al	H		BC	AC	SA
T ₁	31,00	38,00	31,00	Franco arcilloso	4,73	0,72	0,04	1,81	133,44	10,20	1,80	0,19	0,13	0,09	6,96	1,04	10,20	22,00	78,00	68,00
T ₂	23,00	32,00	45,00	Franco arcillo limoso	4,13	3,40	0,17	7,38	154,06	12,13	3,87	0,43	0,07	0,06	7,60	0,10	12,13	37,00	63,00	63,00
T ₃	34,00	28,00	38,00	Franco arcilloso	3,66	3,56	0,18	5,20	83,21	18,02	1,56	0,18	0,06	0,02	15,20	1,00	18,02	10,00	90,00	84,00
T ₄	13,00	56,00	31,00	Arcilloso	4,55	1,97	0,10	0,49	77,22	12,87	2,38	0,18	0,06	0,05	9,85	0,35	12,87	21,00	79,00	77,00
T ₅	19,00	28,00	53,00	Franco arcillo limoso	7,26	0,66	0,03	6,24	121,31	6,91	5,73	0,76	0,24	0,18	0,00	0,00	6,91	100,00	0,00	0,00
T ₆	21,00	28,00	51,00	Franco arcillo limoso	5,06	1,40	0,07	14,64	50,96	7,15	5,31	0,74	0,11	0,09	0,78	0,12	7,15	87,00	13,00	11,00
T ₇	23,00	30,00	47,00	Franco arcillo limoso	5,48	1,46	0,07	5,49	114,74	5,80	4,78	0,61	0,22	0,09	0,08	0,02	5,80	98,00	2,00	1,00
T ₈	19,00	34,00	47,00	Franco arcillo limoso	5,41	0,67	0,03	5,87	88,06	5,66	4,63	0,59	0,16	0,09	0,14	0,05	5,66	97,00	3,00	2,00
T ₉	53,00	14,00	33,00	Franco arenoso	7,19	1,00	0,05	5,58	105,93	7,74	6,56	0,89	0,16	0,14	0,00	0,00	7,74	100,00	0,00	0,00
T ₁₀	29,00	30,00	41,00	Franco arcillo limoso	5,47	0,40	0,02	22,85	77,64	7,34	5,82	0,91	0,13	0,08	0,35	0,05	7,34	95,00	5,00	5,00
T ₁₁	17,00	34,00	49,00	Franco arcillo limoso	5,71	0,30	0,01	10,02	65,97	4,65	4,02	0,52	0,08	0,03	0,00	0,00	4,65	100,00	0,00	0,00
T ₁₂	25,00	28,00	47,00	Franco arcillo limoso	6,50	1,80	0,09	17,19	88,76	7,96	6,93	0,78	0,15	0,10	0,00	0,00	7,96	100,00	0,00	0,00

BC = Bases cambiables. AC. Acidez cambiabile. SA = Saturación de aluminio.

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo franco arcilloso.
T₉ = Suelo arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo arcilloso.

Tabla 19. Resultados de la emisión de hojas de vetiver a los 30 dds.

Tratamientos		Número de plantas							Promedio
Clave	Bloques	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	
T ₁	B ₁	9	16	6	5	3	6	14	8,43
	B ₂	5	6	16	6	6	5	9	7,57
	B ₃	11	3	11	7	12	11	7	8,86
T ₂	B ₁	14	13	7	4	13	1	3	7,86
	B ₂	12	4	4	7	4	7	16	7,71
	B ₃	8	16	24	16	18	7	18	15,29
T ₃	B ₁	5	13	14	6	17	6	10	10,14
	B ₂	18	15	28	32	4	10	8	16,43
	B ₃	16	7	8	5	11	5	8	8,57
T ₄	B ₁	25	7	13	12	10	3	6	10,86
	B ₂	6	5	4	7	13	8	4	6,71
	B ₃	13	4	20	7	4	12	13	10,43
T ₅	B ₁	3	11	4	13	6	6	3	6,57
	B ₂	5	4	4	5	5	11	6	5,71
	B ₃	3	3	3	5	4	4	6	4,00
T ₆	B ₁	6	3	5	2	5	10	6	5,29
	B ₂	3	4	5	3	4	17	10	6,57
	B ₃	7	7	4	5	5	5	6	5,57
T ₇	B ₁	4	3	5	4	2	5	5	4,00
	B ₂	6	3	5	5	5	5	5	4,86
	B ₃	7	2	5	3	5	7	5	4,86
T ₈	B ₁	3	4	7	5	5	10	3	5,29
	B ₂	4	6	3	2	6	1	2	3,43
	B ₃	6	7	3	3	1	6	7	4,71
T ₉	B ₁	5	7	2	6	12	12	9	7,57
	B ₂	11	5	7	8	4	7	4	6,57
	B ₃	7	5	5	6	3	12	6	6,29
T ₁₀	B ₁	7	2	7	5	7	6	5	5,57
	B ₂	7	9	4	18	12	3	7	8,57
	B ₃	7	8	2	11	21	7	8	9,14
T ₁₁	B ₁	4	7	6	7	6	4	6	5,71
	B ₂	6	6	4	12	3	7	3	5,86
	B ₃	5	4	9	4	6	6	5	5,57
T ₁₂	B ₁	4	7	6	7	4	7	6	5,86
	B ₂	13	5	7	9	5	6	12	8,14
	B ₃	13	7	8	7	4	7	11	8,14

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.

T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.

T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.

T₄ = Suelo franco.

T₅ = Suelo arcilloso + Compost.

T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.

T₈ = Suelo arcilloso.

T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.

T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.

T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.

T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 20. Resultados de la emisión de hojas de vetiver a los 60 dds.

Tratamientos		Número de plantas							Promedio
Clave	Bloques	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	
T ₁	B ₁	12	7	9	26	4	7	18	11,86
	B ₂	8	21	7	7	7	7	6	9,00
	B ₃	11	3	13	10	22	19	6	12,00
T ₂	B ₁	16	12	15	18	4	6	1	10,29
	B ₂	16	2	11	8	6	6	9	8,29
	B ₃	10	4	18	17	29	24	36	19,71
T ₃	B ₁	6	15	17	18	20	6	8	12,86
	B ₂	34	22	5	45	40	13	10	24,14
	B ₃	25	18	15	23	21	9	31	20,29
T ₄	B ₁	32	10	15	16	13	9	4	14,14
	B ₂	11	10	10	6	14	7	11	9,86
	B ₃	21	10	7	34	7	31	25	19,29
T ₅	B ₁	7	4	29	6	6	37	39	18,29
	B ₂	14	10	5	16	10	20	27	14,57
	B ₃	6	5	10	14	13	14	15	11,00
T ₆	B ₁	10	6	5	15	5	17	41	14,14
	B ₂	13	11	21	12	16	48	18	19,86
	B ₃	13	10	17	9	30	29	8	16,57
T ₇	B ₁	7	8	10	11	21	22	22	14,43
	B ₂	10	7	9	16	9	9	10	10,00
	B ₃	24	6	8	5	12	33	8	13,71
T ₈	B ₁	8	22	9	16	11	19	7	13,14
	B ₂	7	7	8	5	6	5	30	9,71
	B ₃	14	6	14	7	4	12	17	10,57
T ₉	B ₁	11	20	13	12	21	26	18	17,29
	B ₂	38	12	24	17	18	29	7	20,71
	B ₃	11	11	11	5	10	7	24	11,29
T ₁₀	B ₁	40	5	45	19	35	26	16	26,57
	B ₂	40	44	17	56	66	33	39	42,14
	B ₃	19	4	25	37	22	54	22	26,14
T ₁₁	B ₁	12	32	16	15	12	13	9	15,57
	B ₂	11	11	9	6	18	14	11	11,43
	B ₃	12	8	24	13	18	3	22	14,29
T ₁₂	B ₁	8	14	16	12	4	21	8	11,86
	B ₂	30	11	25	12	24	24	20	20,86
	B ₃	40	48	32	41	7	32	37	33,86

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 21. Resultados de la emisión de hojas de vetiver a los 90 dds.

Tratamientos		Número de plantas							Promedio
Clave	Bloques	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	
T ₁	B ₁	26	14	22	56	10	10	46	26,29
	B ₂	9	30	10	12	14	17	9	14,43
	B ₃	20	6	29	37	47	11	39	27,00
T ₂	B ₁	36	15	30	36	14	9	5	20,71
	B ₂	28	18	15	12	4	9	14	14,29
	B ₃	19	55	84	51	33	90	75	58,14
T ₃	B ₁	8	28	45	39	22	37	26	29,29
	B ₂	65	43	9	81	69	36	10	44,71
	B ₃	48	38	22	49	47	17	40	37,29
T ₄	B ₁	49	17	18	21	26	11	6	21,14
	B ₂	21	6	11	14	25	14	6	13,86
	B ₃	37	18	15	84	9	59	40	37,43
T ₅	B ₁	5	19	7	4	6	22	20	11,86
	B ₂	9	3	8	8	6	13	16	9,00
	B ₃	5	3	9	8	4	8	13	7,14
T ₆	B ₁	8	4	6	8	5	17	12	8,57
	B ₂	9	3	7	12	21	11	30	13,29
	B ₃	14	7	9	13	6	18	14	11,57
T ₇	B ₁	4	5	7	7	2	11	8	6,29
	B ₂	8	5	7	11	7	6	6	7,14
	B ₃	18	3	5	7	6	6	23	9,71
T ₈	B ₁	5	8	15	8	13	5	5	8,43
	B ₂	5	6	5	3	7	3	5	4,86
	B ₃	13	5	8	11	14	13	7	10,14
T ₉	B ₁	6	2	12	8	5	14	22	9,86
	B ₂	11	19	12	12	18	13	8	13,29
	B ₃	9	7	7	8	5	18	8	8,86
T ₁₀	B ₁	24	4	25	9	16	13	7	14,00
	B ₂	19	18	10	24	36	6	20	19,00
	B ₃	3	12	18	29	36	17	14	18,43
T ₁₁	B ₁	6	18	9	8	8	7	7	9,00
	B ₂	10	7	15	7	10	9	8	9,43
	B ₃	8	7	14	12	9	5	9	9,14
T ₁₂	B ₁	6	9	10	8	4	12	8	8,14
	B ₂	24	9	14	16	7	12	26	15,43
	B ₃	25	23	16	5	19	17	17	17,43

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 22. Resultados de la emisión de hojas de vetiver a los 120 dds.

Tratamientos		Número de plantas							Promedio
Clave	Bloques	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	
T ₁	B ₁	33	18	29	73	13	13	60	34,14
	B ₂	11	39	13	16	18	22	11	18,57
	B ₃	26	8	38	48	61	14	50	35,00
T ₂	B ₁	48	19	39	48	18	12	7	27,29
	B ₂	34	24	20	16	6	12	18	18,57
	B ₃	27	72	109	66	43	117	97	75,86
T ₃	B ₁	10	36	58	57	28	48	33	38,57
	B ₂	85	56	12	105	87	48	13	58,00
	B ₃	64	50	28	67	61	22	52	49,14
T ₄	B ₁	64	22	24	23	34	14	8	27,00
	B ₂	27	8	13	18	33	18	8	17,86
	B ₃	48	24	20	109	12	76	52	48,71
T ₅	B ₁	7	25	9	5	8	28	26	15,43
	B ₂	12	4	11	11	8	16	20	11,71
	B ₃	7	4	12	11	5	11	17	9,57
T ₆	B ₁	11	5	8	11	7	23	16	11,57
	B ₂	12	4	9	16	27	14	39	17,29
	B ₃	18	10	12	17	8	24	18	15,29
T ₇	B ₁	6	7	9	10	3	15	11	8,71
	B ₂	11	7	9	14	10	8	8	9,57
	B ₃	24	4	7	10	8	8	29	12,86
T ₈	B ₁	7	11	20	11	17	6	7	11,29
	B ₂	7	8	7	4	10	4	7	6,71
	B ₃	17	7	11	15	18	17	10	13,57
T ₉	B ₁	8	3	16	10	7	18	29	13,00
	B ₂	14	25	16	15	23	16	11	17,14
	B ₃	12	9	9	10	7	24	10	11,57
T ₁₀	B ₁	32	6	32	11	20	19	9	18,43
	B ₂	25	24	13	31	48	8	26	25,00
	B ₃	4	16	24	37	46	22	18	23,86
T ₁₁	B ₁	8	23	12	10	10	10	9	11,71
	B ₂	13	9	20	9	13	12	10	12,29
	B ₃	11	9	18	16	11	7	13	12,14
T ₁₂	B ₁	8	12	13	10	6	16	10	10,77
	B ₂	32	12	18	20	9	15	34	20,00
	B ₃	33	30	20	7	25	22	22	22,71

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.

T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.

T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.

T₄ = Suelo franco.

T₅ = Suelo arcilloso + Compost.

T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.

T₈ = Suelo arcilloso.

T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.

T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.

T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.

T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 23. Resultados de la emisión de hojas de vetiver a los 150 dds.

Tratamientos		Número de plantas							Promedio
Clave	Bloques	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	
T ₁	B ₁	56	67	60	57	24	20	18	43,14
	B ₂	11	16	28	10	16	12	18	15,86
	B ₃	38	56	27	71	19	76	88	53,57
T ₂	B ₁	43	62	21	28	14	3	21	27,43
	B ₂	48	66	16	24	18	22	17	30,14
	B ₃	64	168	86	56	119	55	124	96,00
T ₃	B ₁	36	68	116	91	48	42	36	62,43
	B ₂	56	131	58	103	19	46	14	61,00
	B ₃	68	67	108	60	41	50	57	64,43
T ₄	B ₁	37	52	71	39	40	32	26	42,43
	B ₂	16	44	9	30	4	11	35	21,29
	B ₃	106	144	27	40	49	67	155	84,00
T ₅	B ₁	61	83	50	28	31	52	31	48,00
	B ₂	51	58	33	36	34	54	33	42,71
	B ₃	40	35	25	43	37	57	34	38,71
T ₆	B ₁	43	55	15	36	45	53	44	41,57
	B ₂	77	32	59	34	30	43	37	44,57
	B ₃	60	43	38	35	38	47	40	43,00
T ₇	B ₁	14	21	17	35	43	41	43	30,57
	B ₂	16	27	33	17	25	30	34	26,00
	B ₃	15	24	25	26	33	41	38	28,86
T ₈	B ₁	36	17	28	21	15	25	51	27,57
	B ₂	26	12	12	11	12	16	61	21,43
	B ₃	31	15	20	15	13	21	56	24,43
T ₉	B ₁	19	30	23	63	50	49	22	36,57
	B ₂	24	31	15	51	39	32	24	30,86
	B ₃	29	32	7	40	29	16	26	25,57
T ₁₀	B ₁	106	91	118	70	140	65	50	91,43
	B ₂	80	66	86	102	133	64	69	85,71
	B ₃	55	41	55	134	125	64	88	80,29
T ₁₁	B ₁	77	32	50	42	49	20	67	48,14
	B ₂	19	31	29	30	31	47	28	30,71
	B ₃	49	32	40	35	40	34	48	39,71
T ₁₂	B ₁	40	29	6	22	21	42	23	26,14
	B ₂	58	46	43	41	42	31	43	43,43
	B ₃	75	63	80	58	65	20	63	60,57

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 24. Resultados de la emisión de hojas de vetiver a los 180 dds.

Tratamientos		Número de plantas							Promedio
Clave	Bloques	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	
T ₁	B ₁	112	134	120	114	49	41	36	86,57
	B ₂	21	32	56	21	32	23	36	31,57
	B ₃	75	112	54	142	38	152	175	106,86
T ₂	B ₁	86	124	41	57	28	6	41	54,71
	B ₂	96	131	31	48	37	45	33	60,14
	B ₃	128	336	172	112	237	111	248	192,00
T ₃	B ₁	71	136	232	183	96	84	71	124,71
	B ₂	111	262	116	206	38	92	27	121,71
	B ₃	135	134	215	121	82	101	115	129,00
T ₄	B ₁	73	103	142	78	81	64	53	84,86
	B ₂	31	87	18	59	8	22	70	42,14
	B ₃	211	288	53	80	98	135	310	167,86
T ₅	B ₁	123	166	100	57	62	103	62	96,14
	B ₂	102	120	75	72	68	108	66	87,00
	B ₃	81	73	49	86	74	113	69	77,86
T ₆	B ₁	85	117	33	71	89	105	89	84,14
	B ₂	153	64	118	69	60	86	73	89,00
	B ₃	119	91	76	70	75	96	81	86,57
T ₇	B ₁	27	42	34	69	86	83	86	61,00
	B ₂	31	54	66	35	47	79	67	54,14
	B ₃	29	48	50	52	67	81	77	57,57
T ₈	B ₁	71	34	59	41	27	50	102	54,86
	B ₂	53	24	24	21	24	32	121	42,71
	B ₃	62	29	42	31	26	41	112	48,79
T ₉	B ₁	38	61	46	127	100	98	44	73,43
	B ₂	48	63	30	103	79	65	48	62,21
	B ₃	58	65	13	79	58	32	52	51,00
T ₁₀	B ₁	212	182	235	139	280	130	100	182,57
	B ₂	161	132	173	204	265	129	138	171,57
	B ₃	110	82	110	268	250	128	176	160,57
T ₁₁	B ₁	154	65	101	83	99	41	134	96,71
	B ₂	39	63	58	60	63	95	56	62,00
	B ₃	97	64	80	72	81	68	95	79,36
T ₁₂	B ₁	81	58	12	45	43	84	46	52,71
	B ₂	116	93	86	81	87	62	86	86,93
	B ₃	150	127	160	116	130	39	126	121,14

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 25. Resultados de la emisión de macollos de vetiver a los 30 dds.

Tratamientos		Número de plantas							Promedio
Clave	Bloques	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	
T ₁	B ₁	2	3	1	1	1	1	3	1,71
	B ₂	1	1	3	1	1	1	2	1,43
	B ₃	2	1	2	1	2	2	1	1,57
T ₂	B ₁	2	2	1	1	1	1	1	1,29
	B ₂	2	1	1	1	1	2	3	1,57
	B ₃	1	3	4	3	4	1	3	2,71
T ₃	B ₁	1	2	2	1	3	1	1	1,57
	B ₂	3	2	4	4	1	1	1	2,29
	B ₃	3	1	1	1	3	1	1	1,57
T ₄	B ₁	3	1	3	2	1	1	1	1,71
	B ₂	1	1	2	2	2	2	2	1,71
	B ₃	3	1	4	1	1	3	3	2,29
T ₅	B ₁	1	3	1	3	1	1	1	1,57
	B ₂	1	1	1	1	1	2	1	1,14
	B ₃	1	1	1	1	1	1	1	1,00
T ₆	B ₁	1	1	1	1	1	2	1	1,14
	B ₂	1	1	1	1	1	1	3	1,29
	B ₃	1	2	1	1	1	1	1	1,14
T ₇	B ₁	1	1	1	1	1	1	1	1,00
	B ₂	1	1	1	1	1	1	1	1,00
	B ₃	1	1	1	1	1	1	1	1,00
T ₈	B ₁	1	1	1	2	1	2	1	1,29
	B ₂	1	1	1	1	1	1	1	1,00
	B ₃	1	1	1	1	1	1	1	1,00
T ₉	B ₁	1	1	1	1	2	2	2	1,43
	B ₂	2	1	2	2	1	1	1	1,43
	B ₃	1	1	1	1	1	3	1	1,29
T ₁₀	B ₁	1	1	1	1	1	1	1	1,00
	B ₂	1	2	1	3	2	1	1	1,57
	B ₃	1	1	1	2	3	1	1	1,43
T ₁₁	B ₁	1	1	1	1	1	1	1	1,00
	B ₂	1	1	1	3	1	2	1	1,43
	B ₃	1	1	2	1	1	1	1	1,14
T ₁₂	B ₁	1	1	1	1	1	2	1	1,14
	B ₂	3	1	1	2	1	1	2	1,57
	B ₃	2	1	1	1	1	1	2	1,29

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 26. Resultados de la emisión de macollos de vetiver a los 60 dds.

Tratamientos		Número de plantas							Promedio
Clave	Bloques	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	
T ₁	B ₁	2	1	1	4	1	1	4	2,00
	B ₂	1	3	1	1	1	1	1	1,29
	B ₃	2	1	2	1	4	5	1	2,29
T ₂	B ₁	2	2	2	2	1	1	1	1,57
	B ₂	2	1	2	1	1	1	1	1,29
	B ₃	1	1	5	3	3	4	5	3,14
T ₃	B ₁	1	4	2	2	4	1	1	2,14
	B ₂	6	4	1	7	6	3	2	4,14
	B ₃	4	3	1	3	3	1	5	2,86
T ₄	B ₁	5	1	4	3	2	1	1	2,43
	B ₂	2	2	1	1	2	3	2	1,86
	B ₃	3	1	1	5	1	6	3	2,86
T ₅	B ₁	1	1	4	1	1	6	6	2,86
	B ₂	2	1	1	3	1	4	4	2,29
	B ₃	1	1	2	2	2	2	3	1,86
T ₆	B ₁	2	1	1	3	1	2	7	2,43
	B ₂	2	2	5	2	2	7	3	3,29
	B ₃	2	2	2	1	4	6	1	2,57
T ₇	B ₁	1	1	1	2	4	3	4	2,29
	B ₂	1	1	1	2	1	2	1	1,29
	B ₃	4	1	1	2	2	5	2	2,43
T ₈	B ₁	1	4	2	2	2	4	1	2,29
	B ₂	1	1	1	1	1	1	5	1,57
	B ₃	3	1	2	2	1	2	3	2,00
T ₉	B ₁	1	4	2	2	3	3	3	2,57
	B ₂	6	2	4	3	3	5	1	3,43
	B ₃	1	1	1	1	1	1	3	1,29
T ₁₀	B ₁	7	1	6	4	5	5	2	4,29
	B ₂	6	5	2	9	9	5	5	5,86
	B ₃	3	1	4	6	3	6	3	3,71
T ₁₁	B ₁	1	4	2	2	2	1	1	1,86
	B ₂	1	1	1	1	3	2	1	1,43
	B ₃	2	1	3	2	2	1	3	2,00
T ₁₂	B ₁	1	2	2	2	1	3	1	1,71
	B ₂	3	1	4	2	3	3	3	2,71
	B ₃	5	8	4	6	1	4	5	4,71

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 27. Resultados de la emisión de macollos de vetiver a los 90 dds.

Tratamientos		Número de plantas							Promedio
Clave	Bloques	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	
T ₁	B ₁	4	2	4	7	1	1	6	3,57
	B ₂	1	4	2	2	3	3	1	2,29
	B ₃	3	1	4	6	7	1	4	3,71
T ₂	B ₁	5	2	3	5	2	1	1	2,71
	B ₂	3	3	2	2	1	1	1	1,86
	B ₃	3	9	11	7	5	14	10	8,43
T ₃	B ₁	1	3	6	5	3	5	3	3,71
	B ₂	10	6	1	11	10	5	2	6,43
	B ₃	7	6	4	6	6	3	8	5,71
T ₄	B ₁	6	3	3	2	5	1	1	3,00
	B ₂	4	1	2	2	4	2	1	2,29
	B ₃	5	2	2	12	1	9	5	5,14
T ₅	B ₁	1	3	1	1	1	4	3	2,00
	B ₂	1	1	1	1	1	2	3	1,43
	B ₃	1	1	2	1	1	2	3	1,57
T ₆	B ₁	1	1	1	1	1	3	2	1,43
	B ₂	2	1	1	2	3	2	4	2,14
	B ₃	1	1	1	2	1	2	2	1,43
T ₇	B ₁	1	1	1	1	1	3	1	1,29
	B ₂	1	1	1	2	1	1	1	1,14
	B ₃	2	1	1	1	1	1	2	1,29
T ₈	B ₁	1	1	2	1	2	1	1	1,29
	B ₂	1	1	1	1	1	1	1	1,00
	B ₃	2	1	1	2	2	2	1	1,57
T ₉	B ₁	1	1	3	1	1	2	4	1,86
	B ₂	2	2	2	2	2	2	1	1,86
	B ₃	1	1	1	1	1	3	1	1,29
T ₁₀	B ₁	4	1	5	1	3	3	1	2,57
	B ₂	4	4	2	4	6	1	3	3,43
	B ₃	1	3	3	5	6	2	1	3,00
T ₁₁	B ₁	1	3	1	1	1	2	1	1,43
	B ₂	2	1	2	1	2	2	1	1,57
	B ₃	1	1	3	3	1	1	2	1,71
T ₁₂	B ₁	1	1	2	1	1	3	1	1,43
	B ₂	4	1	3	3	1	2	5	2,71
	B ₃	3	3	3	1	3	3	2	2,57

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 28. Resultados de la emisión de macollos de vetiver a los 120 dds.

Tratamientos		Número de plantas							Promedio
Clave	Bloques	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	
T ₁	B ₁	6	3	6	10	2	2	8	5,29
	B ₂	2	6	3	3	4	4	2	3,43
	B ₃	4	2	6	8	10	2	6	5,43
T ₂	B ₁	7	3	4	7	3	2	2	4,00
	B ₂	4	4	3	3	2	2	2	2,86
	B ₃	4	12	14	9	7	18	13	11,00
T ₃	B ₁	2	4	8	7	4	7	4	5,14
	B ₂	13	8	2	13	13	7	3	8,43
	B ₃	9	8	6	8	8	4	11	7,71
T ₄	B ₁	8	4	4	3	7	2	2	4,29
	B ₂	5	2	3	3	6	3	2	3,43
	B ₃	7	3	3	16	2	11	7	7,00
T ₅	B ₁	2	4	2	2	2	6	4	3,14
	B ₂	2	2	2	2	2	3	4	2,43
	B ₃	2	2	3	2	2	3	4	2,57
T ₆	B ₁	2	2	2	2	2	4	3	2,43
	B ₂	3	2	2	3	4	3	6	3,29
	B ₃	2	2	2	3	2	3	3	2,43
T ₇	B ₁	2	2	2	2	2	4	2	2,29
	B ₂	2	2	2	3	2	2	2	2,14
	B ₃	3	2	2	2	2	2	3	2,29
T ₈	B ₁	2	2	3	2	3	2	2	2,29
	B ₂	2	2	2	2	2	2	2	2,00
	B ₃	3	2	2	3	3	3	2	2,57
T ₉	B ₁	2	2	4	2	2	3	5	2,86
	B ₂	3	4	3	3	3	3	2	3,00
	B ₃	2	2	2	2	2	4	2	2,29
T ₁₀	B ₁	6	2	7	2	4	4	2	3,86
	B ₂	6	5	3	5	8	2	4	4,71
	B ₃	2	4	4	7	8	3	3	4,43
T ₁₁	B ₁	2	4	2	2	2	3	2	2,43
	B ₂	3	2	3	2	3	3	2	2,57
	B ₃	2	2	4	4	2	2	3	2,71
T ₁₂	B ₁	2	2	3	2	2	4	2	2,43
	B ₂	6	2	4	4	2	3	6	3,86
	B ₃	4	4	4	2	4	4	3	3,57

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 29. Resultados de la emisión de macollos de vetiver a los 150 dds.

Tratamientos		Número de plantas							Promedio
Clave	Bloques	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	
T ₁	B ₁	9	11	8	6	4	5	3	6,57
	B ₂	2	3	5	2	4	2	3	3,00
	B ₃	8	7	5	11	2	9	12	7,71
T ₂	B ₁	9	9	5	5	2	1	3	4,86
	B ₂	8	11	3	4	4	5	3	5,43
	B ₃	12	20	11	4	16	8	20	13,00
T ₃	B ₁	6	13	18	13	8	9	5	10,29
	B ₂	7	19	13	15	8	9	3	10,57
	B ₃	7	8	11	9	5	7	8	7,86
T ₄	B ₁	5	6	9	5	6	4	3	5,43
	B ₂	2	7	2	6	1	2	5	3,57
	B ₃	13	18	4	6	7	8	16	10,29
T ₅	B ₁	9	11	7	4	5	7	5	6,86
	B ₂	8	9	5	5	6	7	5	6,43
	B ₃	6	6	3	6	6	7	4	5,43
T ₆	B ₁	5	8	2	5	6	7	6	5,57
	B ₂	12	5	8	4	4	6	5	6,29
	B ₃	9	7	5	5	5	7	6	6,29
T ₇	B ₁	3	3	2	4	6	5	5	4,00
	B ₂	3	4	4	3	3	6	4	3,86
	B ₃	3	3	3	4	5	5	5	4,00
T ₈	B ₁	5	2	4	3	2	3	6	3,57
	B ₂	4	2	2	2	2	3	8	3,29
	B ₃	5	2	3	3	2	3	7	3,57
T ₉	B ₁	5	7	6	10	8	6	3	6,43
	B ₂	5	6	4	8	7	5	4	5,57
	B ₃	4	5	1	6	5	3	5	4,14
T ₁₀	B ₁	19	10	14	14	19	9	7	13,14
	B ₂	14	10	13	17	18	10	13	13,57
	B ₃	10	9	13	21	18	10	19	14,29
T ₁₁	B ₁	15	5	7	6	8	4	11	8,00
	B ₂	4	4	6	6	7	8	4	5,57
	B ₃	10	5	7	6	7	6	8	7,00
T ₁₂	B ₁	7	5	1	4	4	7	3	4,43
	B ₂	8	7	6	5	6	5	6	6,14
	B ₃	10	9	11	6	8	3	8	7,86

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 30. Resultados de la emisión de macollos de vetiver a los 180 dds.

Tratamientos		Número de plantas							Promedio
Clave	Bloques	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	
T ₁	B ₁	17	21	15	12	8	10	5	12,57
	B ₂	3	5	9	3	7	4	6	5,29
	B ₃	16	14	10	22	4	18	23	15,29
T ₂	B ₁	18	18	9	10	4	1	6	9,43
	B ₂	15	22	6	8	8	9	5	10,43
	B ₃	24	39	22	8	33	16	39	25,86
T ₃	B ₁	11	26	36	27	16	17	10	20,43
	B ₂	14	38	25	31	15	18	5	20,86
	B ₃	14	15	22	17	10	13	16	15,29
T ₄	B ₁	9	12	17	10	12	7	6	10,43
	B ₂	4	13	3	11	1	3	10	6,43
	B ₃	25	35	8	11	13	16	31	19,86
T ₅	B ₁	18	22	14	8	9	14	10	13,57
	B ₂	15	17	10	10	11	14	9	12,00
	B ₃	11	12	6	11	12	13	8	10,43
T ₆	B ₁	10	16	4	10	11	14	11	10,86
	B ₂	24	9	16	8	8	11	10	12,29
	B ₃	17	13	10	9	10	13	11	11,57
T ₇	B ₁	5	5	4	8	11	9	9	7,29
	B ₂	5	7	7	5	6	11	8	7,00
	B ₃	5	6	5,5	6,5	8,5	10	8,5	7,14
T ₈	B ₁	9	4	7	6	3	5	11	6,43
	B ₂	8	4	4	3	4	5	15	6,14
	B ₃	9	4	6	5	4	5	13	6,29
T ₉	B ₁	9	13	12	20	15	12	5	12,29
	B ₂	9	11	7	16	13	9	7	10,07
	B ₃	8	9	2	12	10	5	9	7,86
T ₁₀	B ₁	38	20	27	29	38	17	14	26,14
	B ₂	29	19	26	36	37	19	26	27,14
	B ₃	19	17	25	42	36	20	38	28,14
T ₁₁	B ₁	30	10	13	11	15	7	21	15,29
	B ₂	7	7	12	12	13	16	8	10,71
	B ₃	19	9	13	12	14	12	15	13,00
T ₁₂	B ₁	13	9	2	8	7	13	6	8,29
	B ₂	16	13	12	10	12	10	11	11,71
	B ₃	19	17	21	11	16	6	16	15,14

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 31. Resultados de la variable volumen radicular (0 – 20 cm) a los 180 dds.

Tratamientos		Número de plantas			Promedio
Clave	Bloques	P ₁	P ₂	P ₃	
T ₁	B ₁	121,00	51,00	40,00	70,67
	B ₂	23,00	39,00	20,00	27,33
	B ₃	124,00	100,00	120,00	114,67
T ₂	B ₁	19,00	51,00	55,00	41,67
	B ₂	30,00	27,00	21,00	26,00
	B ₃	114,00	105,00	55,00	91,33
T ₃	B ₁	86,00	10,00	11,00	35,67
	B ₂	83,00	127,00	40,00	83,33
	B ₃	45,00	40,00	86,00	57,00
T ₄	B ₁	35,00	86,00	30,00	50,33
	B ₂	39,00	17,00	7,00	21,00
	B ₃	100,00	79,00	48,00	75,67
T ₅	B ₁	12,00	28,00	23,00	21,00
	B ₂	9,00	26,50	12,00	15,83
	B ₃	12,00	25,00	26,00	21,00
T ₆	B ₁	30,00	20,00	25,00	25,00
	B ₂	25,00	15,00	31,00	23,67
	B ₃	25,00	20,00	21,00	22,00
T ₇	B ₁	10,00	11,00	5,00	8,67
	B ₂	15,00	30,00	19,00	21,33
	B ₃	50,00	20,00	10,00	26,67
T ₈	B ₁	20,00	10,00	20,00	16,67
	B ₂	10,00	4,00	5,00	6,33
	B ₃	30,00	13,00	25,00	22,67
T ₉	B ₁	40,00	40,00	44,00	41,33
	B ₂	50,00	74,00	70,00	64,67
	B ₃	4,80	50,00	50,00	34,93
T ₁₀	B ₁	90,00	60,00	58,00	69,33
	B ₂	10,00	90,00	130,00	76,67
	B ₃	80,00	48,00	70,00	66,00
T ₁₁	B ₁	30,00	50,00	60,00	46,67
	B ₂	70,00	65,00	56,00	63,67
	B ₃	30,00	16,00	20,00	22,00
T ₁₂	B ₁	40,00	20,00	64,00	41,33
	B ₂	28,00	75,00	40,00	47,67
	B ₃	50,00	50,00	21,00	40,33

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 32. Resultados de la variable volumen radicular (20 – 40 cm) a los 180 dds.

Tratamientos		Número de plantas			Promedio
Clave	Bloques	P ₁	P ₂	P ₃	
T ₁	B ₁	6,00	12,00	10,00	9,33
	B ₂	7,00	7,00	14,00	9,33
	B ₃	12,00	12,00	8,00	10,67
T ₂	B ₁	2,00	25,00	10,00	12,33
	B ₂	8,00	4,00	5,00	5,67
	B ₃	12,00	27,00	12,00	17,00
T ₃	B ₁	16,00	10,00	4,00	10,00
	B ₂	16,00	10,00	7,00	11,00
	B ₃	23,00	24,00	25,00	24,00
T ₄	B ₁	16,00	9,00	10,00	11,67
	B ₂	2,00	2,00	2,00	2,00
	B ₃	8,00	21,00	25,00	18,00
T ₅	B ₁	1,00	1,80	1,90	1,57
	B ₂	0,70	1,40	0,50	0,87
	B ₃	3,60	4,10	3,20	3,63
T ₆	B ₁	3,60	1,20	2,40	2,40
	B ₂	3,40	1,30	6,10	3,60
	B ₃	0,60	1,20	1,50	1,10
T ₇	B ₁	0,50	1,90	1,30	1,23
	B ₂	1,80	2,90	2,10	2,27
	B ₃	0,70	3,90	0,50	1,70
T ₈	B ₁	2,10	0,65	2,40	1,72
	B ₂	2,50	0,80	0,00	1,10
	B ₃	4,00	0,50	2,50	2,33
T ₉	B ₁	4,00	7,00	4,00	5,00
	B ₂	7,50	4,00	2,20	4,57
	B ₃	5,00	5,00	2,00	4,00
T ₁₀	B ₁	8,00	5,00	3,00	5,33
	B ₂	3,50	3,50	3,00	3,33
	B ₃	4,00	7,00	7,00	6,00
T ₁₁	B ₁	2,00	8,00	10,00	6,67
	B ₂	8,00	16,00	8,00	10,67
	B ₃	4,00	3,00	4,00	3,67
T ₁₂	B ₁	7,00	2,00	4,00	4,33
	B ₂	4,00	2,00	5,00	3,67
	B ₃	4,00	4,00	6,00	4,67

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 33. Resultados de la variable volumen radicular (40 – 60 cm) a los 180 dds.

Tratamientos		Número de plantas			Promedio
Clave	Bloques	P ₁	P ₂	P ₃	
T ₁	B ₁	3,50	6,00	4,00	4,50
	B ₂	4,00	2,00	8,00	4,67
	B ₃	1,00	6,00	4,00	3,67
T ₂	B ₁	1,00	8,00	8,00	5,67
	B ₂	6,00	2,00	4,00	4,00
	B ₃	8,00	10,00	7,00	8,33
T ₃	B ₁	3,00	9,00	2,00	4,67
	B ₂	6,00	5,00	5,00	5,33
	B ₃	7,00	6,00	7,00	6,67
T ₄	B ₁	2,00	4,00	4,00	3,33
	B ₂	2,00	4,00	7,00	4,33
	B ₃	3,00	12,00	10,00	8,33
T ₅	B ₁	0,50	0,60	0,00	0,37
	B ₂	0,50	1,00	0,00	0,50
	B ₃	1,40	0,80	0,80	1,00
T ₆	B ₁	0,50	2,90	1,00	1,47
	B ₂	1,70	1,50	0,00	1,07
	B ₃	1,40	0,00	0,00	0,47
T ₇	B ₁	0,00	0,00	0,00	0,00
	B ₂	1,10	0,00	0,50	0,53
	B ₃	0,90	0,00	0,00	0,30
T ₈	B ₁	0,00	0,00	1,00	0,33
	B ₂	1,90	1,30	0,00	1,07
	B ₃	0,50	1,30	1,00	0,93
T ₉	B ₁	2,00	7,00	2,00	3,67
	B ₂	2,00	0,50	1,00	1,17
	B ₃	0,50	1,00	1,00	0,83
T ₁₀	B ₁	6,00	2,00	1,00	3,00
	B ₂	3,00	1,00	3,00	2,33
	B ₃	2,00	2,00	9,00	4,33
T ₁₁	B ₁	1,00	6,00	2,00	3,00
	B ₂	4,00	3,00	2,00	3,00
	B ₃	4,00	1,00	2,00	2,33
T ₁₂	B ₁	5,00	3,00	2,00	3,33
	B ₂	2,00	1,00	1,00	1,33
	B ₃	1,00	2,00	2,00	1,67

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 34. Resultados de la variable peso fresco de las hojas del vetiver a los 180 dds.

Tratamientos		Número de plantas			Promedio
Clave	Bloques	P ₁	P ₂	P ₃	(g)
T ₁	B ₁	662,82	270,43	135,74	356,33
	B ₂	66,31	70,04	45,31	60,55
	B ₃	710,79	397,95	661,24	589,99
T ₂	B ₁	118,81	333,72	270,81	241,11
	B ₂	82,68	83,64	52,38	72,90
	B ₃	991,04	785,80	620,56	799,13
T ₃	B ₁	534,28	529,83	267,42	443,84
	B ₂	491,09	867,68	230,73	529,83
	B ₃	112,33	165,39	524,54	267,42
T ₄	B ₁	423,80	290,28	320,98	345,02
	B ₂	117,78	49,09	27,56	64,81
	B ₃	674,78	478,02	269,67	474,16
T ₅	B ₁	62,60	69,70	101,90	78,07
	B ₂	74,90	62,20	82,40	73,17
	B ₃	82,20	119,20	84,00	95,13
T ₆	B ₁	159,00	121,10	95,20	125,10
	B ₂	182,70	67,90	146,10	132,23
	B ₃	233,70	70,70	145,80	150,07
T ₇	B ₁	56,80	46,30	27,30	43,47
	B ₂	83,10	72,20	69,60	74,97
	B ₃	280,00	79,00	62,70	140,57
T ₈	B ₁	47,20	24,80	93,10	55,03
	B ₂	43,50	18,60	23,70	28,60
	B ₃	86,80	73,10	94,40	84,77
T ₉	B ₁	138,30	100,10	138,90	125,77
	B ₂	239,30	230,60	425,40	298,43
	B ₃	124,20	111,30	82,10	105,87
T ₁₀	B ₁	421,40	285,60	288,70	331,90
	B ₂	282,90	374,50	417,30	358,23
	B ₃	384,30	134,40	405,80	308,17
T ₁₁	B ₁	72,50	135,40	148,90	118,93
	B ₂	221,00	256,30	170,80	216,03
	B ₃	116,20	145,10	91,90	117,73
T ₁₂	B ₁	106,10	170,70	159,70	145,50
	B ₂	147,30	256,70	171,90	191,97
	B ₃	205,10	104,30	150,00	153,13

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.T₄ = Suelo franco.T₅ = Suelo arcilloso + Compost.T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.T₈ = Suelo arcilloso.T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 35. Resultados de la variable peso seco de las hojas del vetiver a los 180 dds.

Tratamientos		Número de plantas			Promedio
Clave	Bloques	P ₁	P ₂	P ₃	(g)
T ₁	B ₁	189,10	86,72	72,20	116,01
	B ₂	36,00	40,10	32,85	36,32
	B ₃	170,30	76,30	104,60	117,07
T ₂	B ₁	48,48	110,50	93,80	84,26
	B ₂	40,68	44,65	35,87	40,40
	B ₃	202,10	239,40	239,30	226,93
T ₃	B ₁	133,40	122,30	119,32	125,01
	B ₂	138,50	115,60	80,54	111,55
	B ₃	45,73	57,47	158,10	87,10
T ₄	B ₁	123,50	88,50	108,48	106,83
	B ₂	53,89	35,87	24,50	38,09
	B ₃	209,80	137,20	74,90	140,63
T ₅	B ₁	33,50	34,10	31,40	33,00
	B ₂	36,20	32,00	40,60	36,27
	B ₃	39,20	46,00	35,10	40,10
T ₆	B ₁	54,20	44,00	40,10	46,10
	B ₂	20,30	33,80	47,30	33,80
	B ₃	60,70	35,60	47,70	48,00
T ₇	B ₁	31,40	31,80	24,00	29,07
	B ₂	38,80	34,90	38,90	37,53
	B ₃	79,10	46,20	33,90	53,07
T ₈	B ₁	30,50	53,40	41,20	41,70
	B ₂	27,90	20,00	44,80	30,90
	B ₃	38,30	34,00	38,00	36,77
T ₉	B ₁	53,80	42,70	49,30	48,60
	B ₂	80,10	76,20	82,90	79,73
	B ₃	47,90	49,30	41,80	46,33
T ₁₀	B ₁	104,90	76,80	80,80	87,50
	B ₂	85,50	99,90	112,20	99,20
	B ₃	104,10	49,40	110,90	88,13
T ₁₁	B ₁	35,60	54,20	61,10	50,30
	B ₂	73,20	78,60	67,10	72,97
	B ₃	50,00	56,50	31,00	45,83
T ₁₂	B ₁	46,40	62,70	64,00	57,70
	B ₂	52,40	88,40	62,60	67,80
	B ₃	72,00	43,50	56,50	57,33

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 36. Resultados del peso fresco de la parte radicular (0 – 20 cm) del vetiver.

Tratamientos		Número de plantas			Promedio
Clave	Bloques	P ₁	P ₂	P ₃	(g)
T ₁	B ₁	118,51	41,02	36,60	65,38
	B ₂	20,99	39,13	20,71	26,94
	B ₃	121,20	104,16	118,62	114,66
T ₂	B ₁	12,94	47,54	52,72	37,73
	B ₂	28,32	30,57	21,31	26,73
	B ₃	143,03	101,35	65,07	103,15
T ₃	B ₁	70,90	13,00	11,00	31,63
	B ₂	74,97	115,76	34,69	75,14
	B ₃	47,70	32,70	63,60	48,00
T ₄	B ₁	76,26	89,25	27,60	64,37
	B ₂	48,97	18,59	5,37	24,31
	B ₃	89,50	70,41	39,60	66,50
T ₅	B ₁	10,00	30,40	18,30	19,57
	B ₂	12,80	10,00	13,30	12,03
	B ₃	10,70	22,20	19,90	17,60
T ₆	B ₁	24,80	19,70	20,20	21,57
	B ₂	21,70	16,00	32,30	23,33
	B ₃	25,40	17,85	18,90	20,72
T ₇	B ₁	8,50	7,90	3,70	6,70
	B ₂	13,10	24,90	12,90	16,97
	B ₃	44,20	12,60	8,70	21,83
T ₈	B ₁	13,90	8,40	16,30	12,87
	B ₂	7,00	4,30	3,50	4,93
	B ₃	23,00	13,20	25,60	20,60
T ₉	B ₁	27,60	28,00	31,50	29,03
	B ₂	33,00	48,00	55,10	45,37
	B ₃	30,30	28,80	28,80	29,30
T ₁₀	B ₁	62,10	52,00	49,80	54,63
	B ₂	79,60	66,90	101,50	82,67
	B ₃	64,40	33,20	63,20	53,60
T ₁₁	B ₁	29,30	38,60	49,60	39,17
	B ₂	51,80	43,50	29,40	41,57
	B ₃	17,00	39,90	42,40	33,10
T ₁₂	B ₁	32,20	45,00	41,90	39,70
	B ₂	20,00	51,20	11,00	27,40
	B ₃	31,30	33,50	43,80	36,20

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.

T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.

T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.

T₄ = Suelo franco.

T₅ = Suelo arcilloso + Compost.

T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.

T₈ = Suelo arcilloso.

T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.

T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.

T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.

T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 37. Resultados del peso fresco de la parte radicular (20 – 40 cm) del vetiver.

Tratamientos		Número de plantas			Promedio
Clave	Bloques	P ₁	P ₂	P ₃	(g)
T ₁	B ₁	2,56	7,53	11,34	7,14
	B ₂	4,44	2,88	7,53	4,95
	B ₃	9,32	6,99	4,07	6,79
T ₂	B ₁	0,76	15,00	11,80	9,19
	B ₂	10,42	1,72	3,13	5,09
	B ₃	4,32	19,28	10,00	11,20
T ₃	B ₁	11,90	7,74	7,55	9,06
	B ₂	6,82	4,97	12,19	7,99
	B ₃	20,29	20,04	5,96	15,43
T ₄	B ₁	19,21	7,47	4,82	10,50
	B ₂	1,10	2,47	4,84	2,80
	B ₃	1,45	16,25	27,31	15,00
T ₅	B ₁	0,20	0,50	2,00	0,90
	B ₂	2,00	0,30	0,20	0,83
	B ₃	1,00	0,20	1,50	0,90
T ₆	B ₁	0,20	0,10	0,30	0,20
	B ₂	2,00	3,00	3,00	2,67
	B ₃	0,40	2,00	0,10	0,83
T ₇	B ₁	0,50	1,20	0,50	0,73
	B ₂	1,15	1,00	0,10	0,75
	B ₃	1,80	3,00	0,50	1,77
T ₈	B ₁	1,00	1,20	0,30	0,83
	B ₂	0,20	1,00	0,30	0,50
	B ₃	1,00	0,10	1,80	0,97
T ₉	B ₁	0,50	1,50	0,80	0,93
	B ₂	2,40	9,80	2,30	4,83
	B ₃	4,10	6,10	2,20	4,13
T ₁₀	B ₁	2,30	1,70	0,50	1,50
	B ₂	3,00	9,40	2,60	5,00
	B ₃	1,20	3,10	2,00	2,10
T ₁₁	B ₁	1,90	2,60	2,90	2,47
	B ₂	0,80	8,50	1,80	3,70
	B ₃	9,40	2,00	3,80	5,07
T ₁₂	B ₁	1,80	0,20	4,20	2,07
	B ₂	11,90	12,60	1,30	8,60
	B ₃	1,90	4,10	4,00	3,33

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 38. Resultados del peso fresco de la parte radicular (40 – 60 cm) del vetiver.

Tratamientos		Número de plantas			Promedio
Clave	Bloques	P ₁	P ₂	P ₃	(g)
T ₁	B ₁	1,34	1,50	1,09	1,31
	B ₂	0,67	1,10	5,71	2,49
	B ₃	0,29	1,92	2,55	1,59
T ₂	B ₁	0,73	4,02	1,38	2,04
	B ₂	1,25	1,20	1,30	1,25
	B ₃	4,06	4,87	4,72	4,55
T ₃	B ₁	1,18	3,63	0,26	1,69
	B ₂	4,04	1,62	2,39	2,68
	B ₃	1,87	2,75	1,58	2,07
T ₄	B ₁	0,93	1,70	0,96	1,20
	B ₂	0,85	0,69	1,58	1,04
	B ₃	0,99	4,27	6,42	3,89
T ₅	B ₁	0,50	1,20	0,20	0,63
	B ₂	0,50	0,30	0,20	0,33
	B ₃	1,00	1,00	0,80	0,93
T ₆	B ₁	0,20	1,00	0,50	0,57
	B ₂	1,00	0,40	0,50	0,63
	B ₃	0,10	0,20	0,30	0,20
T ₇	B ₁	0,00	0,00	0,10	0,03
	B ₂	0,20	0,30	0,20	0,23
	B ₃	1,50	0,20	0,10	0,60
T ₈	B ₁	0,00	0,00	0,00	0,00
	B ₂	3,00	0,20	0,00	1,07
	B ₃	0,20	0,30	0,40	0,30
T ₉	B ₁	1,30	1,50	1,30	1,37
	B ₂	2,10	1,60	2,00	1,90
	B ₃	2,40	2,30	2,90	2,53
T ₁₀	B ₁	1,30	1,50	1,30	1,37
	B ₂	2,00	1,60	2,70	2,10
	B ₃	1,00	1,40	3,00	1,80
T ₁₁	B ₁	1,60	2,00	1,40	1,67
	B ₂	0,90	0,40	0,30	0,53
	B ₃	3,10	1,30	1,80	2,07
T ₁₂	B ₁	1,70	0,70	1,10	1,17
	B ₂	3,10	1,50	0,70	1,77
	B ₃	1,50	2,30	1,80	1,87

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 39. Resultados del peso seco de la parte radicular (0 – 20 cm) del vetiver.

Tratamientos		Número de plantas			Promedio
Clave	Bloques	P ₁	P ₂	P ₃	(g)
T ₁	B ₁	45,40	26,90	24,60	32,30
	B ₂	11,60	24,40	19,20	18,40
	B ₃	48,80	40,30	41,10	43,40
T ₂	B ₁	11,30	24,40	22,70	19,47
	B ₂	10,40	15,80	30,70	18,97
	B ₃	49,20	40,00	23,20	37,47
T ₃	B ₁	34,80	12,50	11,90	19,73
	B ₂	33,50	39,00	25,80	32,77
	B ₃	34,00	22,70	6,30	21,00
T ₄	B ₁	31,30	34,10	19,60	28,33
	B ₂	28,80	12,70	13,70	18,40
	B ₃	36,60	32,70	19,40	29,57
T ₅	B ₁	4,30	11,10	8,40	7,93
	B ₂	5,30	4,30	5,40	5,00
	B ₃	4,70	9,20	8,30	7,40
T ₆	B ₁	10,80	12,60	9,70	11,03
	B ₂	8,20	6,40	18,20	10,93
	B ₃	9,00	6,50	6,90	7,47
T ₇	B ₁	4,20	3,70	1,80	3,23
	B ₂	6,00	9,30	6,10	7,13
	B ₃	22,20	4,20	3,30	9,90
T ₈	B ₁	7,80	4,40	7,40	6,53
	B ₂	3,50	2,20	1,90	2,53
	B ₃	9,00	5,60	9,70	8,10
T ₉	B ₁	13,80	18,50	13,40	15,23
	B ₂	21,50	7,70	18,20	15,80
	B ₃	13,20	20,10	20,10	17,80
T ₁₀	B ₁	28,50	22,10	17,80	22,80
	B ₂	38,50	26,50	33,80	32,93
	B ₃	25,60	18,70	26,50	23,60
T ₁₁	B ₁	19,40	23,10	16,70	19,73
	B ₂	18,20	15,90	22,30	18,80
	B ₃	16,00	26,70	23,20	21,97
T ₁₂	B ₁	21,40	23,80	22,20	22,47
	B ₂	20,30	24,50	19,00	21,27
	B ₃	17,20	16,10	23,60	18,97

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 40. Resultados del peso seco de la parte radicular (20 – 40 cm) del vetiver.

Tratamientos		Número de plantas			Promedio
Clave	Bloques	P ₁	P ₂	P ₃	(g)
T ₁	B ₁	12,90	15,40	6,00	11,43
	B ₂	5,50	11,90	13,80	10,40
	B ₃	20,20	15,20	13,40	16,27
T ₂	B ₁	7,50	9,90	14,10	10,50
	B ₂	6,70	11,20	12,30	10,07
	B ₃	16,80	18,50	8,10	14,47
T ₃	B ₁	8,10	7,40	8,30	7,93
	B ₂	7,40	6,90	8,10	7,47
	B ₃	13,40	7,40	12,60	11,13
T ₄	B ₁	10,40	11,70	6,00	9,37
	B ₂	5,60	6,20	7,30	6,37
	B ₃	7,20	15,50	8,40	10,37
T ₅	B ₁	0,10	0,20	0,60	0,30
	B ₂	0,60	0,20	0,20	0,33
	B ₃	0,50	0,00	0,50	0,33
T ₆	B ₁	0,40	0,50	0,10	0,33
	B ₂	0,50	0,80	1,20	0,83
	B ₃	0,50	0,70	0,10	0,43
T ₇	B ₁	0,40	0,30	0,20	0,30
	B ₂	0,50	0,50	0,00	0,33
	B ₃	0,50	1,00	0,30	0,60
T ₈	B ₁	0,30	0,50	1,00	0,60
	B ₂	1,30	0,50	0,10	0,63
	B ₃	0,30	0,20	0,50	0,33
T ₉	B ₁	5,20	6,00	5,50	5,57
	B ₂	5,20	5,80	5,40	5,47
	B ₃	5,20	5,80	5,10	5,37
T ₁₀	B ₁	5,80	5,70	5,30	5,60
	B ₂	5,60	5,80	5,40	5,60
	B ₃	5,30	5,20	5,80	5,43
T ₁₁	B ₁	5,30	5,90	5,10	5,43
	B ₂	7,10	6,80	5,60	6,50
	B ₃	5,30	5,30	5,70	5,43
T ₁₂	B ₁	5,60	5,10	5,20	5,30
	B ₂	5,80	5,50	5,40	5,57
	B ₃	5,40	5,50	6,10	5,67

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 41. Resultados del peso seco de la parte radicular (40 – 60 cm) del vetiver.

Tratamientos		Número de plantas			Promedio
Clave	Bloques	P ₁	P ₂	P ₃	(g)
T ₁	B ₁	0,50	6,30	5,60	4,13
	B ₂	0,50	5,60	6,80	4,30
	B ₃	13,70	5,30	6,10	8,37
T ₂	B ₁	5,50	6,60	6,70	6,27
	B ₂	0,50	5,40	5,70	3,87
	B ₃	7,00	5,20	7,20	6,47
T ₃	B ₁	5,70	7,30	5,50	6,17
	B ₂	6,50	6,00	7,60	6,70
	B ₃	6,20	6,90	6,10	6,40
T ₄	B ₁	5,50	5,80	5,50	5,60
	B ₂	5,40	5,40	5,40	5,40
	B ₃	6,40	7,90	5,90	6,73
T ₅	B ₁	0,30	0,40	0,10	0,27
	B ₂	0,20	0,00	0,00	0,07
	B ₃	0,10	0,30	0,30	0,23
T ₆	B ₁	0,00	0,00	0,40	0,13
	B ₂	0,20	0,10	0,20	0,17
	B ₃	0,00	0,20	0,00	0,07
T ₇	B ₁	0,00	0,00	0,00	0,00
	B ₂	0,10	0,30	0,00	0,13
	B ₃	0,50	0,20	0,10	0,27
T ₈	B ₁	0,00	0,00	0,00	0,00
	B ₂	0,00	0,00	0,00	0,00
	B ₃	0,30	0,00	0,20	0,17
T ₉	B ₁	5,00	5,00	5,00	5,00
	B ₂	5,40	5,00	5,20	5,20
	B ₃	4,90	5,40	5,30	5,20
T ₁₀	B ₁	5,80	5,10	5,20	5,37
	B ₂	5,30	4,80	5,40	5,17
	B ₃	4,90	5,10	6,00	5,33
T ₁₁	B ₁	4,80	5,60	5,00	5,13
	B ₂	5,10	5,20	4,90	5,07
	B ₃	5,80	5,00	4,80	5,20
T ₁₂	B ₁	5,30	5,20	5,20	5,23
	B ₂	5,30	5,10	5,20	5,20
	B ₃	5,00	5,30	5,10	5,13

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 42. Resultados de los datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$ de la emisión de hojas de vetiver a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 dds.

Clave	Bloques			Promedio (x)
	B ₁	B ₂	B ₃	
T ₁	3,07	2,93	3,14	3,05
T ₂	2,98	2,95	4,04	3,32
T ₃	3,34	4,17	3,09	3,54
T ₄	3,44	2,78	3,38	3,20
T ₅	2,75	2,59	2,24	2,53
T ₆	2,51	2,75	2,56	2,61
T ₇	2,24	2,42	2,42	2,36
T ₈	2,51	2,10	2,39	2,33
T ₉	2,93	2,75	2,70	2,79
T ₁₀	2,56	3,09	3,18	2,95
T ₁₁	2,59	2,62	2,56	2,59
T ₁₂	2,62	3,02	3,02	2,89

Clave	Bloques			Promedio (x)
	B ₁	B ₂	B ₃	
T ₁	3,59	3,16	3,61	3,45
T ₂	3,36	3,05	4,55	3,65
T ₃	3,72	5,01	4,61	4,45
T ₄	3,89	3,30	4,50	3,90
T ₅	4,39	3,95	3,46	3,93
T ₆	3,89	4,57	4,19	4,22
T ₇	3,93	3,32	3,84	3,69
T ₈	3,76	3,27	3,40	3,48
T ₉	4,28	4,66	3,51	4,15
T ₁₀	5,25	6,57	5,21	5,68
T ₁₁	4,07	3,53	3,91	3,84
T ₁₂	3,59	4,68	5,90	4,72

Clave	Bloques			Promedio (x)
	B ₁	B ₂	B ₃	
T ₁	5,22	3,93	5,29	4,81
T ₂	4,66	3,91	7,69	5,42
T ₃	5,50	6,76	6,19	6,15
T ₄	4,71	3,85	6,20	4,92
T ₅	3,59	3,16	2,85	3,20
T ₆	3,09	3,78	3,55	3,47
T ₇	2,70	2,85	3,27	2,94
T ₈	3,07	2,42	3,34	2,94
T ₉	3,30	3,78	3,14	3,40
T ₁₀	3,87	4,47	4,41	4,25
T ₁₁	3,16	3,23	3,18	3,19
T ₁₂	3,02	4,05	4,29	3,79

Clave	Bloques			Promedio
-------	---------	--	--	----------

	B₁	B₂	B₃	(x)
T ₁	5,93	4,42	6,00	5,45
T ₂	5,32	4,42	8,77	6,17
T ₃	6,29	7,68	7,08	7,02
T ₄	5,29	4,34	7,05	5,56
T ₅	4,05	3,57	3,25	3,62
T ₆	3,55	4,28	4,04	3,95
T ₇	3,12	3,25	3,72	3,36
T ₈	3,51	2,78	3,82	3,37
T ₉	3,74	4,26	3,55	3,85
T ₁₀	4,41	5,10	4,99	4,83
T ₁₁	3,57	3,64	3,63	3,61
T ₁₂	3,43	4,58	4,87	4,29

Clave	Bloques			Promedio (x)
	B₁	B₂	B₃	
T ₁	6,64	4,11	7,39	6,05
T ₂	5,33	5,58	9,85	6,92
T ₃	7,96	7,87	8,09	7,98
T ₄	6,59	4,72	9,22	6,84
T ₅	7,00	6,61	6,30	6,64
T ₆	6,52	6,75	6,63	6,64
T ₇	5,62	5,20	5,46	5,43
T ₈	5,35	4,74	5,04	5,04
T ₉	6,13	5,64	5,15	5,64
T ₁₀	9,61	9,31	9,02	9,31
T ₁₁	7,01	5,63	6,38	6,34
T ₁₂	5,21	6,67	7,85	6,57

Clave	Bloques			Promedio (x)
	B₁	B₂	B₃	
T ₁	9,36	5,71	10,39	8,48
T ₂	7,46	7,82	13,89	9,73
T ₃	11,21	11,08	11,40	11,23
T ₄	9,27	6,57	12,99	9,61
T ₅	9,86	9,38	8,88	9,37
T ₆	9,23	9,49	9,36	9,36
T ₇	7,87	7,43	7,65	7,65
T ₈	7,47	6,61	7,06	7,05
T ₉	8,63	7,95	7,21	7,93
T ₁₀	13,55	13,14	12,71	13,13
T ₁₁	9,89	7,94	8,96	8,93
T ₁₂	7,33	9,38	11,05	9,25

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 43. Resultados de los datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$ de la emisión de macollos de vetiver a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 dds.

Clave	Bloques			Promedio (x)
	B ₁	B ₂	B ₃	
T ₁	1,65	1,56	1,60	1,60
T ₂	1,51	1,60	1,93	1,68
T ₃	1,60	1,81	1,60	1,67
T ₄	1,65	1,65	1,81	1,70
T ₅	1,60	1,46	1,41	1,49
T ₆	1,46	1,51	1,46	1,48
T ₇	1,41	1,41	1,41	1,41
T ₈	1,51	1,41	1,41	1,45
T ₉	1,56	1,56	1,51	1,54
T ₁₀	1,41	1,60	1,56	1,53
T ₁₁	1,41	1,56	1,46	1,48
T ₁₂	1,46	1,60	1,51	1,53

Clave	Bloques			Promedio (x)
	B ₁	B ₂	B ₃	
T ₁	1,73	1,51	1,81	1,69
T ₂	1,60	1,51	2,04	1,72
T ₃	1,77	2,27	1,96	2,00
T ₄	1,85	1,69	1,96	1,84
T ₅	1,96	1,81	1,69	1,82
T ₆	1,85	2,07	1,89	1,94
T ₇	1,81	1,51	1,85	1,73
T ₈	1,81	1,60	1,73	1,72
T ₉	1,89	2,10	1,51	1,84
T ₁₀	2,30	2,62	2,17	2,36
T ₁₁	1,69	1,56	1,73	1,66
T ₁₂	1,65	1,93	2,39	1,99

Clave	Bloques			Promedio (x)
	B ₁	B ₂	B ₃	
T ₁	2,14	1,81	2,17	2,04
T ₂	1,93	1,69	3,07	2,23
T ₃	2,17	2,73	2,59	2,50
T ₄	2,00	1,81	2,48	2,10
T ₅	1,73	1,56	1,60	1,63
T ₆	1,56	1,77	1,56	1,63
T ₇	1,51	1,46	1,51	1,50
T ₈	1,51	1,41	1,60	1,51
T ₉	1,69	1,69	1,51	1,63
T ₁₀	1,89	2,10	2,00	2,00
T ₁₁	1,56	1,60	1,65	1,60
T ₁₂	1,56	1,93	1,89	1,79

Clave	Bloques			Promedio
-------	---------	--	--	----------

	B₁	B₂	B₃	(x)
T ₁	2,51	2,10	2,54	2,38
T ₂	2,24	1,96	3,46	2,55
T ₃	2,48	3,07	2,95	2,83
T ₄	2,30	2,10	2,83	2,41
T ₅	2,04	1,85	1,89	1,93
T ₆	1,85	2,07	1,85	1,92
T ₇	1,81	1,77	1,81	1,80
T ₈	1,81	1,73	1,89	1,81
T ₉	1,96	2,00	1,81	1,93
T ₁₀	2,20	2,39	2,33	2,31
T ₁₁	1,85	1,89	1,93	1,89
T ₁₂	1,85	2,20	2,14	2,06

Clave	Bloques			Promedio (x)
	B₁	B₂	B₃	
T ₁	2,75	2,00	2,95	2,57
T ₂	2,42	2,54	3,74	2,90
T ₃	3,36	3,40	2,98	3,25
T ₄	2,54	2,14	3,36	2,68
T ₅	2,80	2,73	2,54	2,69
T ₆	2,56	2,70	2,70	2,65
T ₇	2,24	2,20	2,24	2,23
T ₈	2,14	2,07	2,14	2,12
T ₉	2,73	2,56	2,27	2,52
T ₁₀	3,76	3,82	3,91	3,83
T ₁₁	3,00	2,56	2,83	2,80
T ₁₂	2,33	2,67	2,98	2,66

Clave	Bloques			Promedio (x)
	B₁	B₂	B₃	
T ₁	3,68	2,51	4,04	3,41
T ₂	3,23	3,38	5,18	3,93
T ₃	4,63	4,68	4,04	4,45
T ₄	3,38	2,73	4,57	3,56
T ₅	3,82	3,61	3,38	3,60
T ₆	3,44	3,64	3,55	3,54
T ₇	2,88	2,83	2,85	2,85
T ₈	2,73	2,67	2,70	2,70
T ₉	3,64	3,33	2,98	3,32
T ₁₀	5,21	5,30	5,40	5,30
T ₁₁	4,04	3,42	3,74	3,73
T ₁₂	3,05	3,57	4,02	3,54

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 44. Resultados de los datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$ del peso fresco de las hojas a los 180 dds.

Clave	Bloques			Promedio (g)
	B ₁	B ₂	B ₃	
T ₁	2,55	1,79	2,77	2,37
T ₂	2,38	1,87	2,90	2,39
T ₃	2,65	2,72	2,43	2,60
T ₄	2,54	1,82	2,68	2,34
T ₅	1,90	1,87	1,98	1,92
T ₆	2,10	2,12	2,18	2,13
T ₇	1,65	1,88	2,15	1,89
T ₈	1,75	1,47	1,93	1,72
T ₉	2,10	2,48	2,03	2,20
T ₁₀	2,52	2,56	2,49	2,52
T ₁₁	2,08	2,34	2,07	2,16
T ₁₂	2,17	2,29	2,19	2,21

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.

T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.

T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.

T₄ = Suelo franco.

T₅ = Suelo arcilloso + Compost.

T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.

T₈ = Suelo arcilloso.

T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.

T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.

T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.

T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 45. Resultados de los datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$ del peso seco de las hojas a los 180 dds.

Clave	Bloques			Promedio (g)
	B ₁	B ₂	B ₃	
T ₁	2,07	1,57	2,07	1,90
T ₂	1,93	1,62	2,36	1,97
T ₃	2,10	2,05	1,94	2,03
T ₄	2,03	1,59	2,15	1,93
T ₅	1,53	1,57	1,61	1,57
T ₆	1,67	1,54	1,69	1,63
T ₇	1,48	1,59	1,73	1,60
T ₈	1,63	1,50	1,58	1,57
T ₉	1,70	1,91	1,68	1,76
T ₁₀	1,95	2,00	1,95	1,97
T ₁₁	1,71	1,87	1,67	1,75
T ₁₂	1,77	1,84	1,77	1,79

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.

T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.

T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.

T₄ = Suelo franco.

T₅ = Suelo arcilloso + Compost.

T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.

T₈ = Suelo arcilloso.

T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.

T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.

T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.

T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 46. Resultados de los datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$ del peso fresco de la parte radicular de 0- 20 cm, 20 – 40 cm y 40 – 60 cm a los 180 dds.

Clave	Bloques			Promedio (g)
	B ₁	B ₂	B ₃	
T ₁	1,82	1,45	2,06	1,78
T ₂	1,59	1,44	2,02	1,68
T ₃	1,51	1,88	1,69	1,70
T ₄	1,82	1,40	1,83	1,68
T ₅	1,31	1,12	1,27	1,23
T ₆	1,35	1,39	1,34	1,36
T ₇	0,89	1,25	1,36	1,17
T ₈	1,14	0,77	1,33	1,08
T ₉	1,48	1,67	1,48	1,54
T ₁₀	1,75	1,92	1,74	1,80
T ₁₁	1,60	1,63	1,53	1,59
T ₁₂	1,61	1,45	1,57	1,54

Clave	Bloques			Promedio (g)
	B ₁	B ₂	B ₃	
T ₁	0,91	0,77	0,89	0,86
T ₂	1,01	0,78	1,09	0,96
T ₃	1,00	0,95	1,22	1,06
T ₄	1,06	0,58	1,20	0,95
T ₅	0,28	0,26	0,28	0,27
T ₆	0,08	0,56	0,26	0,30
T ₇	0,24	0,24	0,44	0,31
T ₈	0,26	0,18	0,29	0,24
T ₉	0,29	0,77	0,71	0,59
T ₁₀	0,40	0,78	0,49	0,56
T ₁₁	0,54	0,67	0,78	0,66
T ₁₂	0,49	0,98	0,64	0,70

Clave	Bloques			Promedio (g)
	B ₁	B ₂	B ₃	
T ₁	1,52	1,87	1,61	1,67
T ₂	1,74	1,50	2,36	1,87
T ₃	1,64	1,92	1,75	1,77
T ₄	1,48	1,43	2,21	1,71
T ₅	1,28	1,15	1,39	1,27
T ₆	1,25	1,28	1,10	1,21
T ₇	1,02	1,11	1,26	1,13
T ₈	1,00	1,44	1,14	1,19
T ₉	1,54	1,70	1,88	1,71
T ₁₀	1,54	1,76	1,67	1,66
T ₁₁	1,63	1,24	1,75	1,54
T ₁₂	1,47	1,66	1,69	1,61

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 47. Resultados de los datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$ del peso seco de la parte radicular de 0 - 20 cm, 20 - 40 cm y 40 - 60 cm a los 180 dds.

Clave	Bloques			Promedio (g)
	B ₁	B ₂	B ₃	
T ₁	1,52	1,29	1,65	1,49
T ₂	1,31	1,30	1,59	1,40
T ₃	1,32	1,53	1,34	1,40
T ₄	1,47	1,29	1,49	1,41
T ₅	0,95	0,78	0,92	0,88
T ₆	1,08	1,08	0,93	1,03
T ₇	0,63	0,91	1,04	0,86
T ₈	0,88	0,55	0,96	0,79
T ₉	1,21	1,23	1,27	1,24
T ₁₀	1,38	1,53	1,39	1,43
T ₁₁	1,32	1,30	1,36	1,32
T ₁₂	1,37	1,35	1,30	1,34

Clave	Bloques			Promedio (g)
	B ₁	B ₂	B ₃	
T ₁	1,09	1,06	1,24	1,13
T ₂	1,06	1,04	1,19	1,10
T ₃	0,95	0,93	1,08	0,99
T ₄	1,02	0,87	1,06	0,98
T ₅	0,11	0,12	0,12	0,12
T ₆	0,12	0,26	0,16	0,18
T ₇	0,11	0,12	0,20	0,15
T ₈	0,20	0,21	0,12	0,18
T ₉	0,82	0,81	0,80	0,81
T ₁₀	0,82	0,82	0,81	0,82
T ₁₁	0,81	0,88	0,81	0,83
T ₁₂	0,80	0,82	0,82	0,81

Clave	Bloques			Promedio (g)
	B ₁	B ₂	B ₃	
T ₁	0,71	0,72	0,97	0,80
T ₂	0,86	0,69	0,87	0,81
T ₃	0,86	0,89	0,87	0,87
T ₄	0,82	0,81	0,89	0,84
T ₅	0,10	0,03	0,09	0,07
T ₆	0,05	0,07	0,03	0,05
T ₇	0,00	0,05	0,10	0,05
T ₈	0,00	0,00	0,07	0,02
T ₉	0,78	0,79	0,79	0,79
T ₁₀	0,80	0,79	0,80	0,80
T ₁₁	0,79	0,78	0,79	0,79
T ₁₂	0,79	0,79	0,79	0,79

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.

Tabla 48. Resultados de los datos transformados a $\sqrt{(x+1)}$ del volumen radicular de 0 - 20 cm, 20 - 40 cm y 40 - 60 cm a los 180 dds.

Clave	Bloques			Promedio (cm ³)
	B ₁	B ₂	B ₃	
T ₁	8,47	5,32	10,75	8,18
T ₂	6,53	5,20	9,61	7,11
T ₃	6,06	9,18	7,62	7,62
T ₄	7,16	4,69	8,76	6,87
T ₅	4,69	4,10	4,69	4,49
T ₆	5,10	4,97	4,80	4,95
T ₇	3,11	4,73	5,26	4,36
T ₈	4,20	2,71	4,86	3,93
T ₉	6,51	8,10	5,99	6,87
T ₁₀	8,39	8,81	8,19	8,46
T ₁₁	6,90	8,04	4,80	6,58
T ₁₂	6,51	6,98	6,43	6,64

Clave	Bloques			Promedio (cm ³)
	B ₁	B ₂	B ₃	
T ₁	3,21	3,21	3,42	3,28
T ₂	3,65	2,58	4,24	3,49
T ₃	3,32	3,46	5,00	3,93
T ₄	3,56	1,73	4,36	3,22
T ₅	1,60	1,37	2,15	1,71
T ₆	1,84	2,14	1,45	1,81
T ₇	1,49	1,81	1,64	1,65
T ₈	1,65	1,45	1,83	1,64
T ₉	2,45	2,36	2,24	2,35
T ₁₀	2,52	2,08	2,65	2,41
T ₁₁	2,77	3,42	2,16	2,78
T ₁₂	2,31	2,16	2,38	2,28

Clave	Bloques			Promedio (cm ³)
	B ₁	B ₂	B ₃	
T ₁	2,35	2,38	2,16	2,30
T ₂	2,58	2,24	3,06	2,62
T ₃	2,38	2,52	2,77	2,56
T ₄	2,08	2,31	3,06	2,48
T ₅	1,17	1,22	1,41	1,27
T ₆	1,57	1,44	1,21	1,41
T ₇	1,00	1,24	1,14	1,13
T ₈	1,15	1,44	1,39	1,33
T ₉	2,16	1,47	1,35	1,66
T ₁₀	2,00	1,83	2,31	2,05
T ₁₁	2,00	2,00	1,83	1,94
T ₁₂	2,08	1,53	1,63	1,75

Leyenda:

T₁ = Suelo franco + Compost.
T₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico.
T₃ = Suelo franco + Biofertilizante.
T₄ = Suelo franco.
T₅ = Suelo arcilloso + Compost.
T₆ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico.

T₇ = Suelo arcilloso + Biofertilizante.
T₈ = Suelo arcilloso.
T₉ = Suelo franco arcilloso + Compost.
T₁₀ = Suelo franco arcilloso + Fosfato diamónico.
T₁₁ = Suelo franco arcilloso + Biofertilizante.
T₁₂ = Suelo franco arcilloso.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - CELULAR 944407531

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

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: MURGA RAMIREZ GAGÑE	PROCEDENCIA: HERMILIO VALDIZAN - LEONCIO PRADO - HUANUCO
CULTIVO A SEMBRAR: VETIVERIA	

N°	DATOS		ANALISIS MECANICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%								
	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA	Arena	Arcilla	Limo							Textura	1:1	%	ppm	ppm	Ca					Mg	K	Na	Al	H	Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
			%	%	%																								
1	S0043	GUILLERMO ADRIANO LINO (Fundo Nuevo Mundo) José Maria Ugarteche -	45	34	21	Franco Arcilloso	7.00	1.11	0.06	6.48	98	6.21	5.03	0.87	0.16	0.17	--	--	--	100	0	0							
2	S0044	MARINO HUARO - Rio Azul	9	60	31	Arcilloso	6.00	2.08	0.10	2.87	109	6.60	5.28	0.78	0.32	0.22	--	--	--	100	0	0							
3	S0045	LEON DIONISIO MARIANO PABLO (Finca San Luis) Santa Rosa de Tealera	45	18	37	Franco	5.34	2.69	0.13	1.27	86	---	4.20	0.55	--	--	9.00	0.38	14.13	33.62	66.38	63.69							

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

TINGO MARIA, 23 DE MARZO 2021

RECIBO N° 0622338



Figura 14. Análisis de suelos antes de la aplicación de los tratamientos en estudio [23 de marzo 2021].



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - CELULAR 944407531

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

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: MURGA RAMIREZ GAÑE GUILDE

N°	CODIGO DEL LABORATORIO	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	SECTOR	NOMBRE DE LA PARCELA	AREA (Ha)	CULTIVO ANTERIOR	CULTIVO ACTUAL	RENDIMIENTO (kg/ha)	PROFUNDIDAD DE MUESTREO (cm)	DENSIDAD DE SIEMBRA	EDAD DEL CULTIVO (AÑOS)	COORDENADAS		
														LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (m.s.n.m.)
1		HUANUCO	LEONCIO PRADO	HERMIJIO VALDIZAN	SANTA ROSA	FUNDO LEON DIONISIO	200 M2	CAFÉ ANTIGUO	VETBERIA (Chrysopogon zizanioides)	2296	40	2 X 1	8	-	0	0

N°	DATOS		ANALISIS MECANICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%									
	CODIGO DEL LABORATORIO	REFERENCIA	Arena	Arcilla	Limo							Textura	1:1	%	%	ppm	ppm					Ca	Mg	K	Na	Al	H	Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
			%	%	%																									
1	S0204	T1	31	38	31	Franco Arcilloso	4.73	0.72	0.04	1.81	133.44	10.20	1.796	0.190	0.130	0.088	6.96	1.04	10.20	22	78	68								
2	S0205	T2	23	32	45	Franco Arcillo Limoso	4.13	3.40	0.17	7.38	154.06	12.13	3.869	0.428	0.074	0.057	7.60	0.10	12.13	37	63	63								
3	S0206	T3	34	28	38	Franco Arcilloso	3.66	3.56	0.18	5.20	83.21	18.02	1.558	0.180	0.058	0.019	15.20	1.00	18.02	10	90	84								
4	S0207	T4	13	56	31	Arcilloso	4.55	1.97	0.10	0.49	77.22	12.87	2.384	0.182	0.062	0.045	9.85	0.35	12.87	21	79	77								

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
RECIBO No. 001-0644464
TINGO MARIA, 01 DE MARZO 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo Maria



Figura 15. Análisis final de los suelos de los tratamientos en base al suelo franco [1 de marzo del 2022].



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531

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

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:		MURGA RAMIREZ GAÑE GUILDE														
N°	CODIGO DEL LAB.	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	SECTOR	NOMBRE DE PARCELA O FUNDO	AREA	CULTIVO ANTERIOR	CULTIVO ACTUAL	RENDIMIENTO (kg/ha)	PROFUNDIDAD DE MUESTREO (cm)	DENSIDAD DE SIEMBRA	EDAD DEL CULTIVO (AÑOS)	COORDENADAS		ALTITUD (m.s.n.m.)
														LATITUD	LONGITUD	
1	S0423	HUANUCO	LEONCIO PRADO	HERMILO VALDIZAN	MANUEL MESONES MURO	FUNDO LUCAS	23 M2	CAFÉ	VETIVERIA (Chrysopogon zizanioides)	-	-	-	1	-	-	1300
2	S0424	HUANUCO	LEONCIO PRADO	HERMILO VALDIZAN	MANUEL MESONES MURO	FUNDO LUCAS	23 M2	CAFÉ	VETIVERIA (Chrysopogon zizanioides)	-	-	-	1	-	-	1300
3	S0425	HUANUCO	LEONCIO PRADO	HERMILO VALDIZAN	MANUEL MESONES MURO	FUNDO LUCAS	23 M2	CAFÉ	VETIVERIA (Chrysopogon zizanioides)	-	-	-	1	-	-	1300
4	S0426	HUANUCO	LEONCIO PRADO	HERMILO VALDIZAN	MANUEL MESONES MURO	FUNDO LUCAS	23 M2	CAFÉ	VETIVERIA (Chrysopogon zizanioides)	-	-	-	1	-	-	1300

N°	DATOS		ANÁLISIS MECANICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%			
	CODIGO DEL LAB.	CODIGO DEL SOLICITANTE	Arena	Arcilla	Limo	Textura							Ca	Mg	K	Na	Al	H					Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sal. Al
			%	%	%																				
1	S0423	T5	19	28	53	Franco Arcillo Limoso	7.26	0.66	0.03	6.24	121.31	6.91	5.730	0.760	0.240	0.179	0.000	0.000	6.91	100	0	0			
2	S0424	T6	21	28	51	Franco Arcillo Limoso	5.06	1.40	0.07	14.64	50.96	7.15	5.312	0.742	0.110	0.088	0.780	0.120	7.15	87	13	11			
3	S0425	T7	23	30	47	Franco Arcillo Limoso	5.48	1.46	0.07	5.49	114.74	5.80	4.777	0.611	0.218	0.091	0.080	0.020	5.80	98	2	1			
4	S0426	T8	19	34	47	Franco Arcillo Limoso	5.41	0.67	0.03	5.87	88.06	5.66	4.634	0.588	0.163	0.090	0.140	0.050	5.66	97	3	2			

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO No. 001-0643657

TINGO MARIA, 12 DE ABRIL 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

Figura 16. Análisis final de los suelos de los tratamientos en base al suelo arcilloso [1 de marzo del 2022].



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531

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

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:		MURGA RAMIREZ GAÑE GUILDE														
N°	CODIGO DEL LAB.	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	SECTOR	NOMBRE DE PARCELA O FUNDO	AREA	CULTIVO ANTERIOR	CULTIVO ACTUAL	RENDIMIENTO (Kg/ha)	PROFUNDIDAD DE MUESTREO (cm)	DENSIDAD DE SIEMBRA	EDAD DEL CULTIVO (AÑOS)	COORDENADAS		ALTITUD (m.s.n.m.)
														LATITUD	LONGITUD	
4	S0426	HUANUCO	LEONCIO PRADO	HERMILO VALDIZAN	MANUEL MESONES MURO	FUNDO LUCAS	23 M2	CAFÉ	VETIVERIA (Chrysopogon zizanioides)	-	-	-	1	-	-	1300
1	S0427	HUANUCO	LEONCIO PRADO	HERMILO VALDIZAN	JOSE MARIA UGARTECH	FUNDO GUILLERMO	23 M2	CAFÉ	VETIVERIA (Chrysopogon zizanioides)	-	-	-	1	-	-	1450
2	S0428	HUANUCO	LEONCIO PRADO	HERMILO VALDIZAN	JOSE MARIA UGARTECH	FUNDO GUILLERMO	23 M2	CAFÉ	VETIVERIA (Chrysopogon zizanioides)	-	-	-	1	-	-	1450
3	S0429	HUANUCO	LEONCIO PRADO	HERMILO VALDIZAN	JOSE MARIA UGARTECH	FUNDO GUILLERMO	23 M2	CAFÉ	VETIVERIA (Chrysopogon zizanioides)	-	-	-	1	-	-	1450
4	S0430	HUANUCO	LEONCIO PRADO	HERMILO VALDIZAN	JOSE MARIA UGARTECH	FUNDO GUILLERMO	23 M2	CAFÉ	VETIVERIA (Chrysopogon zizanioides)	-	-	-	1	-	-	1450

N°	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICE	%	%	%									
	CODIGO DEL LAB.	CODIGO DEL SOLICITANTE	Arena	Arcilla	Limo							Textura	1:1	%	%	disponible						Ca	Mg	K	Na	Al	H	Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
			%	%	%											ppm	ppm													
1	S0427	T9	53	14	33	Franco Arenoso	7.19	1.00	0.05	5.58	105.93	7.74	6.562	0.885	0.163	0.135	0.000	0.000	7.74	100	0	0								
2	S0428	T10	29	30	41	Franco Arcillo Limoso	5.47	0.40	0.02	22.85	77.64	7.34	5.819	0.912	0.130	0.083	0.350	0.050	7.34	95	5	5								
3	S0429	T11	17	34	49	Franco Arcillo Limoso	5.71	0.30	0.01	10.02	65.97	4.65	4.018	0.522	0.082	0.033	0.000	0.000	4.65	100	0	0								
4	S0430	T12	25	28	47	Franco Arcillo Limoso	6.50	1.80	0.09	17.19	88.76	7.96	6.925	0.782	0.146	0.104	0.000	0.000	7.96	100	0	0								

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO No. 001-0645369

TINGO MARIA, 12 DE ABRIL 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María



Figura 17. Análisis final de los suelos de los tratamientos en base al suelo franco arcilloso [1 de marzo del 2022].



Figura 18. Limpieza del terreno en el bloque II.



Figura 19. Elaboración de los monolitos en el bloque I.



Figura 20. Medición del monolito.



Figura 21. Siembra de los esquejes de vetiver en el monolito.



Figura 22. Esquejes de vetiver sembrados en el bloque I.



Figura 23. Esquejes sembrados en el bloque II.



Figura 24. Aplicación del biofertilizante a los esquejes de vetiver.



Figura 25. Evaluación biométrica de las plantas de vetiver.



Figura 26. Evaluación biométrica de las plantas de vetiver del bloque II.



Figura 27. Fertilizante fosfato diamónico.

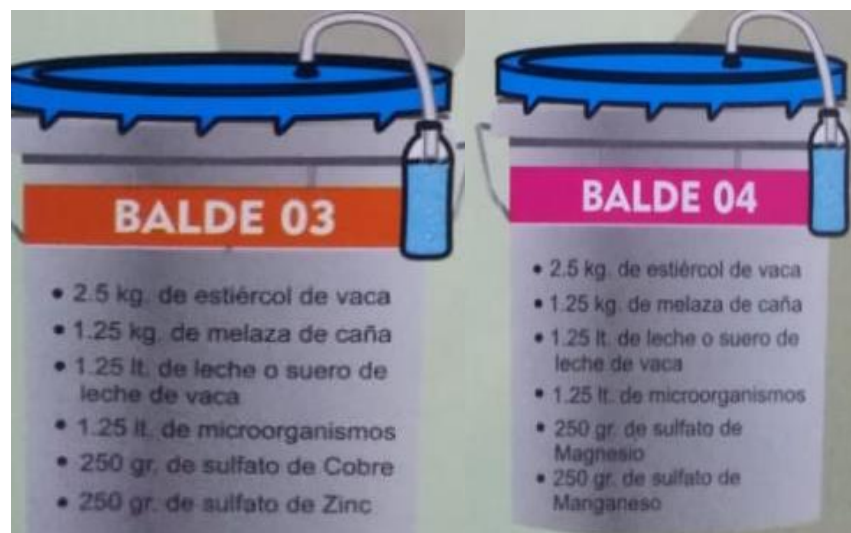
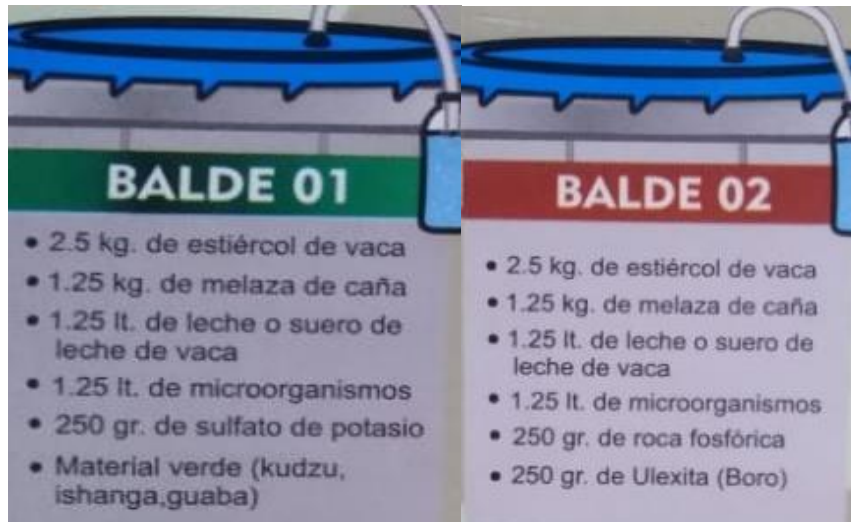


Figura 28. Insumos y preparación del biofertilizante.



Figura 29. Compost ODINSU.

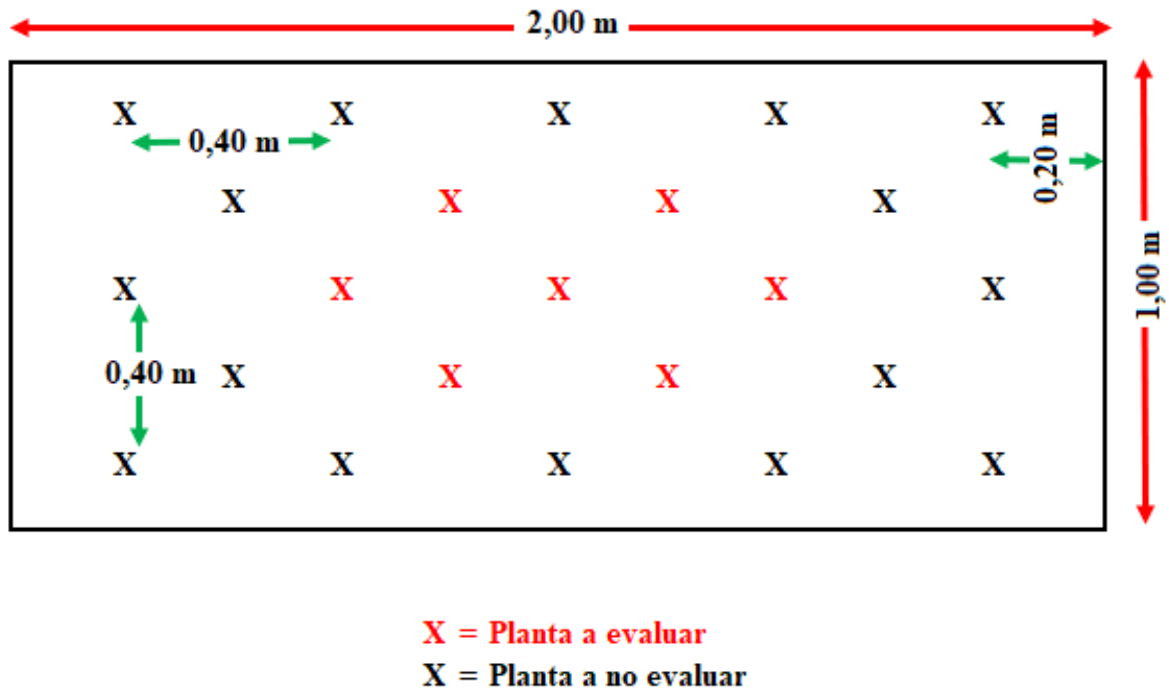
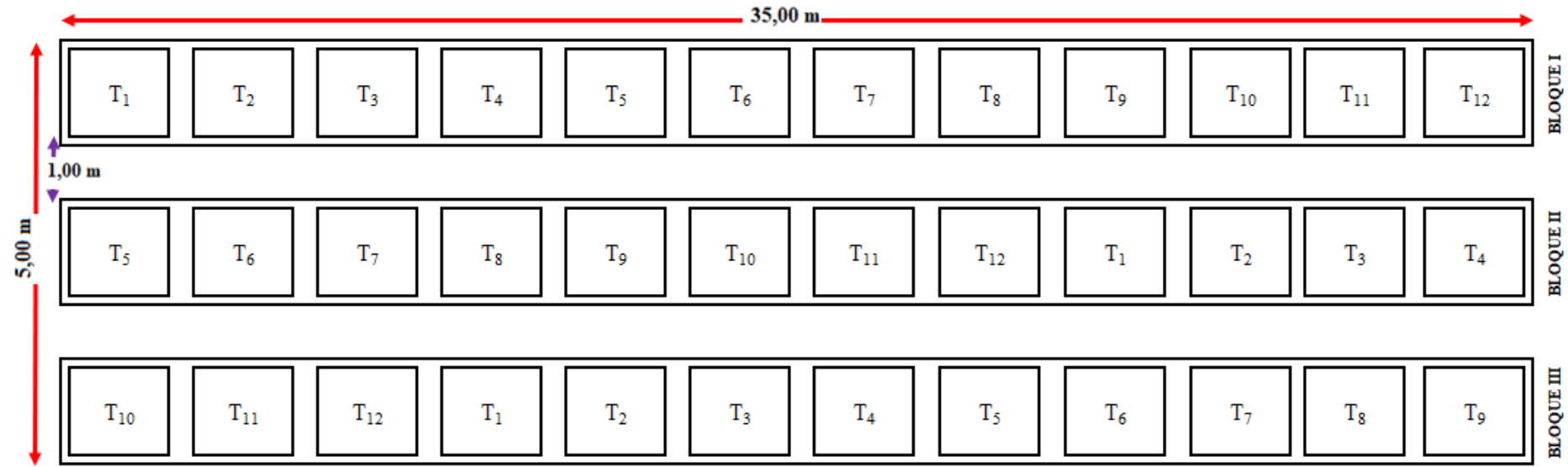


Figura 30. Croquis de la parcela experimental.



Leyenda:

BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III
T ₁ = Suelo franco + Compost	T ₅ = Suelo franco arcillo limoso + Compost	T ₉ = Suelo arcilloso + Compost
T ₂ = Suelo franco + Fosfato diamónico	T ₆ = Suelo franco arcillo limoso + Fosfato diamónico	T ₁₀ = Suelo arcilloso + Fosfato diamónico
T ₃ = Suelo franco + Biofertilizante	T ₇ = Suelo franco arcillo limoso + Biofertilizante	T ₁₁ = Suelo arcilloso + Biofertilizante
T ₄ = Suelo franco	T ₈ = Suelo franco arcillo limoso	T ₁₂ = Suelo arcilloso

Figura 31. Croquis del área experimental.