

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



**PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE *Brassica rapa*. var. *rapa* (NABO) MEDIANTE LA
APLICACIÓN DE UNA ENMIENDA MICROBIANA Y UN BIOREGULADOR**

Tesis

**Para optar el título de:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Presentado por
JERSSON SMITH CRUZ REYES**

**Asesor
GIANNFRANCO EGOÁVIL JUMP**

**Tingo María – Perú
2022**



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 del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Nº 019-2022-FA-UNAS

BACHILLER : JERSSON SMITH CRUZ REYES

TÍTULO : "PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE *Brassica rapa*. Var. *rapa* (Nabo) MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ENMIENDA MICROBIANA Y BIOREGULADOR"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO
VOCAL : M.Sc. LUIS FERNANDO GARCIA CARRION
VOCAL : M.Sc. JAIME J. CHAVEZ MATIAS
ASESOR : M.Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 08 de diciembre, 2022

HORA DE SUSTENTACIÓN : 05:00 P.M.

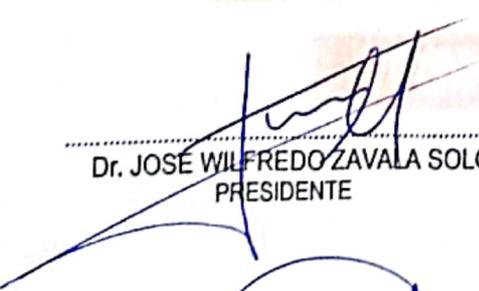
LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA AUDIOVISUAL- FACULTAD DE AGRONOMÍA

CALIFICATIVO : MUY BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : Las observaciones en hoja adjunta

TINGO MARÍA, 12 DE DICIEMBRE DE 2022


.....
Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO
PRESIDENTE


.....
M.Sc. LUIS F. GARCIA CARRION
VOCAL


.....
M.Sc. JAIME J. CHAVEZ MATIAS
VOCAL


.....
M.Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL
(RIDUNAS)

Correo: repositorio@unas.edu.pe



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 051 - 2023 - CS-RIDUNAS

El Coordinador de la Oficina de Repositorio Institucional Digital 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).

Facultad:

Facultad de Agronomía

Tipo de documento:

Tesis

X

Trabajo de investigación

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE Brassica rapa. Var. rapa (Nabo) MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ENMIENDA MICROBIANA Y BIOREGULADOR	JERSSON SMITH CRUZ REYES	17% Diecisiete

Tingo María, 08 de marzo de 2023



Mg. Ing. García Villegas, Christian
Coordinador del Repositorio Institucional
Digital (RIDUNAS)



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

turnitin®

Carretera Central km. 1.21; Tingo María



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

Tingo María, 08 de marzo de 2023

Carta N° 003/2023-TURNITIN/UI-FA-UNAS

Bach. JERSSON SMITH CRUZ REYES

Tesista de pregrado de la Facultad de Agronomía

Asunto: Conformidad de resultados de filtro de TURNITIN

Con el respeto de siempre me dirijo a usted, para expresarle mi cordial saludo y así mismo informarle que su tesis de pregrado, titulada: **“PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE *Brassica rapa*. Var. *rapa* (Nabo) MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ENMIENDA MICROBIANA Y BIOREGULADOR”** pasó por el filtro del TURNITIN y se obtuvo 17 % de similitud, así mismo, hago entrega de:

- Revisión de Tesis por el filtro de TURNITIN
- Tesis Original en PDF
- Acta de sustentación en PDF
- Artículo Científico en PDF
- Ficha de autorización de publicación

Asimismo, le manifiesto mi conformidad y se encuentra expedito para solicitar su Certificado de Similitud en la oficina del Repositorio Institucional (RIDUNAS) adjuntando como requisito este documento.

Esperando de su amable atención, me suscribo de usted,

Muy atentamente,



ING. M.SC. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP
DIRECTOR UI-FA-UNAS¹

C.c :

¹ Resolución N° 608-2019-R-UNAS / Área de Sanidad Vegetal / DNI: 40804332 / CIP: 85593 / DINA ID: 18905



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

REGISTRO DE PROYECTO DE TESIS

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad	: Facultad de Agronomía
Proyecto de Tesis	: Producción y calidad de <i>Brassica rapa</i> . var. <i>rapa</i> (Nabo) mediante la aplicación de una enmienda microbiana y un bioregulador
Autor	: Jersson Smith Cruz Reyes
DNI	: 71714588
Correo	: jersson.cruz@unas.edu.pe
Asesor	: M. Sc. Giannfranco Egoávil Jump
Escuela Profesional	: Agronomía
Programa de Investigación	: Especies agrícolas, sistema de producción y protección Vegetal
Línea (s) de Investigación	: Caracterización morfo-fitoquímica de los recursos fitogenéticos, propagación, manejo y conservación ex situ
Eje temático de investigación	: Manejo del cultivo
Lugar de Ejecución	: Fundo – Facultad de Agronomía – UNAS
Duración	: 6 meses
Fecha de Inicio	: Setiembre del 2020
Término	: Febrero del 2021
Financiamiento	: 2 421,25 soles
FEDU	: No
Propio	: Si
Otros	: No

Tingo María – Perú. Junio, 2023.

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



- Título** : Producción y calidad de *Brassica rapa*. var. *rapa* (Nabo) mediante la aplicación de una enmienda microbiana y un bioregulador
- Autor** : Jersson Smith Cruz Reyes
- Asesor** : M. Sc. Giannfranco Egoávil Jump
- Programa de Investigación** : Especies agrícolas, sistema de producción y protección Vegetal
- Línea (s) de Investigación** : Caracterización morfo-fitoquímica de los recursos fitogenéticos, propagación, manejo y conservación ex situ
- Eje temático de investigación** : Manejo del cultivo
- Lugar de Ejecución** : Fundo – Facultad de Agronomía – UNAS
- Duración** : 6 meses
- Financiamiento** : 2 421,25 soles

Tingo María – Perú. Junio, 2023

DEDICATORIA

A Dios gracias por irradiar el camino, por permitirme llegar hasta este punto, por la salud y la tranquilidad para lograr mis objetivos.

A mis queridos padres: Delia Nelly Reyes Salazar y Abel Araujo Trujillo por su apoyo, su gran amor, su confianza, sus consejos, sus valores y la motivación constante para ser una persona de bien.

A mi abuelo: Maximo Reyes Segundo y tío: Rolando Reyes Salazar por ser mis guías en mi formación personal, académica y a toda mi familia que me apoyaron directa o indirectamente.

A la memoria de mi amada y siempre recordada abuela Lina Salazar Gabriel.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, “Alma mater” Institución de prestigio a nivel Nacional e Internacional que en cuyas aulas realicé mi formación profesional.
- A los docentes de la Facultad de Agronomía, quienes contribuyeron en mi formación académica y que contribuyeron en la investigación agronómica.
- Al M. Sc. Giannfranco Egoávil Jump como asesor, por su colaboración en la ejecución y redacción del informe final de tesis.
- A los miembros del Jurado de Tesis, Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano, M. Sc. Jaime Joseph Chávez Matías e M. Sc. Luis Fernando García Carrión por su revisión académica científica y correcciones

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. Generalidades del cultivo de <i>Brassica rapa</i> . var. <i>rapa</i>	3
2.1.1. Historia.....	3
2.1.2. Descripción	3
2.1.3. Importancia del cultivo	3
2.1.4. Siembra y consideraciones del cultivo.....	4
2.1.5. Características minerales de las raíces de nabo	5
2.1.6. Factores físico, químico, biológico y fisiológico en el desarrollo de los plantones	6
2.1.6.1. Factores físicos	6
2.1.6.2. Factores químicos.....	6
2.1.6.3. Factores fisiológicos.....	6
2.1.7. <i>Brasicáceas</i>	6
2.1.8. Valoración nutricional del nabo.....	7
2.1.9. Características físicas del nabo	8
2.2. Bioestimulanes.....	8
2.2.1. Importancia de los microorganismos	8
2.2.2. Bioestimulantes de origen microbiano	8
2.3. <i>Trichoderma</i>	9
2.3.1. Importancia de <i>Trichoderma</i>	9
2.3.2. Mecanismo de acción <i>Trichoderma</i>	9
2.3.3. <i>Trichoderma</i> como bioestimulante en la planta.....	9
2.4. Enmiendas microbianas	10
2.4.1. Bacterias.....	10
2.4.1.1. <i>Azospinillum brasilense</i>	11
2.4.1.2. <i>Azotobacter chroococcum</i>	11
2.4.1.3. <i>Lactobacillus acidophilus</i>	11
2.4.1.4. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	12
2.5. Productos utilizados.....	12

2.5.1.	Bacthon	12
2.5.1.1.	Ficha Técnica	12
2.5.1.2.	Características generales	13
2.5.1.3.	Beneficios	13
2.5.2.	Tricho D	13
2.5.2.1.	Ficha técnica	14
2.5.2.2.	Características generales	14
2.6.	Estado del arte	14
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1.	Lugar de ejecución	17
3.1.1.	Zona de vida	17
3.1.2.	Historial del campo	17
3.1.3.	Análisis inicial de suelo	18
3.1.4.	Registro meteorológico del experimento	18
3.2.	Material y métodos	19
3.2.1.	Componentes en estudio	19
3.2.2.	Tratamientos en estudio	19
3.2.3.	Diseño experimental	19
3.2.4.	Características del campo experimental	20
3.2.5.	Croquis de experimento	21
3.2.6.	Dosificación	22
3.2.7.	Análisis estadístico	22
3.2.8.	Regresión lineal	23
3.2.9.	Coefficiente de determinación	23
3.2.10.	Variables a evaluar	23
3.2.11.	Metodología	24
3.2.11.1.	Determinación de altura y número de hojas de la planta	24
3.2.11.2.	Características físicas del nabo (longitud (l), diámetro (Ø), volumen (cm ³), peso fresco (g), peso seco (g) y porcentaje de humedad (%))	24
3.2.11.3.	Nutrientes de la raíz de nabo	25
3.2.11.4.	Características físicas – químicas del suelo	25
3.2.11.5.	Análisis económico de los tratamientos	26
3.2.12.	Ejecución del experimento	26

3.2.12.1. Obtención de semillas	26
3.2.12.2. Preparación del terreno.....	26
3.2.12.3. Muestreo de suelo.....	27
3.2.12.4. Siembra.....	27
3.2.12.5. Riegos.....	28
3.2.12.6. Poda.....	28
3.2.12.7. Aplicación de los productos biológicos	28
3.2.12.8. Control de malezas	28
3.2.12.9. Cosecha	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1. Altura y número de hojas de las plantas	30
4.2. Características físicas de la raíz del nabo, longitud (i), diámetro (Ø), volumen (cm ³), peso fresco (g), peso seco (g) y porcentaje de humedad (%).....	38
4.3. Contenido de nutrientes de raíz de nabo.....	41
4.4. Características físicas – químicas del suelo.....	45
4.5. Análisis económico de los tratamientos	48
V. CONCLUSIÓN.....	50
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	51
VII. REFERENCIAS	52
ANEXO	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Composición por 100 gramos de porción comestible	5
2. Composición nutricional del nabo	7
3. Análisis físico – químico inicial del campo experimental	18
4. Datos meteorológicos durante la ejecución del trabajo 2020 - 2021	18
5. Componentes en estudio	19
6. Tratamientos en estudio	19
7. Gasto de los tratamientos (ml o g) por aplicación y en todo el experimento.....	22
8. Esquema del análisis de Variancia ($\alpha = 0,05$) en diseño de bloques completamente al azar	22
9. Tiempo de aplicación de los productos de acuerdo a los tratamientos mencionados.....	28
10. Cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), del crecimiento en altura (cm) del cultivo de nabo evaluado cuatro veces hasta los 75 días después de la siembra, se evaluó desde el 19 de agosto hasta 4 de noviembre del 2021.....	31
11. Cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), en característica número de hojas/planta del cultivo de nabo evaluado cuatro veces hasta los 75 días después de la siembra. se evaluó desde el 19 de agosto hasta 4 de noviembre del 2021	31
12. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$), para altura (cm) del cultivo de nabo evaluado a los 75 días después de la siembra (media \pm error estándar). se evaluó desde el 19 de agosto hasta 4 de noviembre del 2021	33
13. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$), para número de hojas del cultivo de nabo evaluado a los 75 días después de la siembra (media \pm error estándar) se evaluó desde el 19 de agosto hasta 4 de noviembre del 2021	33
14. Cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para las características longitud (i), diámetro (\emptyset), volumen (cm^3), peso fresco (g), peso seco (g) y porcentaje de humedad (%) de raíz del nabo evaluado a los 75 días después de la siembra se evaluó desde el 19 de agosto hasta 4 de noviembre del 2021	39
15. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$), para las características longitud, diámetro, volumen, peso fresco, peso seco y porcentaje de humedad de raíz del nabo evaluado a los 75 días después de la siembra (media \pm error estándar) se evaluó desde el 19 de agosto hasta 4 de noviembre del 2021	39

16.	Cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para contenido de nutrientes de la raíz del cultivo de nabo se evaluó desde el 4 de noviembre hasta el 5 de diciembre del 2021	43
17.	Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$), para contenido de nutrientes de raíz de nabo (media \pm error estándar) se evaluó desde el 4 de noviembre hasta el 5 de diciembre del 2021	44
18.	Cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para análisis fisicoquímico del suelo evaluado a los 75 días después de la siembra del nabo se evaluó desde el 4 de noviembre hasta el 5 de diciembre del 2021	46
19.	Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$), análisis fisicoquímico de suelo (media \pm error estándar) se evaluó desde el 4 de noviembre hasta el 5 de diciembre del 2021	47
20.	Análisis de beneficio y costo de los tratamientos en estudio.	49
21.	Evaluación de altura de plantas (cm)	61
22.	Evaluación de número de hojas.....	62
23.	Evaluación de peso fresco, longitud, diámetro y volumen de nabo.....	63
24.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para altura de plantas a los 30 días después de la instalación	64
25.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para altura de plantas a los 45 días después de la instalación	64
26.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para altura de plantas a los 60 días después de la instalación	64
27.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para altura de plantas a los 75 días después de la instalación	64
28.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para número de hojas de plantas a los 30 días después de la instalación	65
29.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para número de hojas de plantas a los 45 días después de la instalación	65
30.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para número de hojas de plantas a los 60 días después de la instalación	65
31.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para número de hojas de plantas a los 75 días después de la instalación	65
32.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para longitud de raíz de nabo.....	66
33.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para diámetro de raíz de nabo.....	66
34.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para volumen de raíz de nabo.....	66

35.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para peso fresco de raíz de nabo	66
36.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para peso seco de raíz de nabo.....	66
37.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de humedad de raíz de nabo	67
38.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de materia orgánica de raíz de nabo	67
39.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de nitrógeno de raíz de nabo	67
40.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de fósforo de raíz de nabo	67
41.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de calcio de raíz de nabo	67
42.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de magnesio de raíz de nabo	68
43.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de sodio de raíz de nabo	68
44.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de potasio de raíz de nabo	68
45.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para partes por millón de cobre de raíz de nabo	68
46.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para partes por millón de hierro de raíz de nabo	68
47.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para partes por millón de zinc de raíz de nabo	69
48.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para partes por millón de manganeso de raíz de nabo	69
49.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para pH de suelo después de la cosecha de nabo	69
50.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para materia orgánica de suelo después de la cosecha de nabo.....	69
51.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para fosforo disponible de suelo después de la cosecha de nabo.....	69
52.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para potasio disponible de suelo después de la cosecha de nabo.....	70
53.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para capacidad de intercambio catiónico de suelo después de la cosecha de nabo	70
54.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para calcio intercambiable de suelo después de la cosecha de nabo.....	70
55.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para magnesio intercambiable de suelo después de la cosecha de nabo.....	70
56.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para potasio intercambiable de suelo después de la cosecha de nabo.....	71
57.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para sodio intercambiable de suelo después de la cosecha de nabo.....	71

58. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para capacidad de intercambio catiónico efectivo de suelo después de la cosecha de nabo	71
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Ubicación del campo experimental.....	17
2. Croquis del experimento	21
3. Croquis de una unidad experimental dentro del tratamiento	21
4. Evaluación de altura y número de plantas.....	24
5. Características físicas de la raíz de nabo: a. peso (g), b. longitud (l), c. diámetro (Ø) y b. volumen (cm ³).....	25
6. Obtención de la semilla de nabo; a. sobre con semilla de nabo, b. mezcla de 5 sobres de semilla de nabo y c. siembra de semillas en bandejas germinadoras	26
7. Preparación del campo experimental: a. volteado de suelo y b. nivelación de suelo	27
8. Siembra de plantines del cultivo de nabo.....	27
9. Aplicación de productos.....	28
10. Control de malezas del cultivo de nabo.	29
11. Cosecha de nabo: a. cosecha en campo y b. raíces lavadas y sin hojas en gabinete	29
12. Altura (cm) y número de hojas del cultivo de nabo a los 75 días después de la siembra se evaluó desde el 19 de agosto hasta 4 de noviembre del 2021	34
13. Líneas de regresión para características altura (cm) de plantas evaluados desde el 19 de agosto hasta el 4 de noviembre del 2021.....	35
14. Línea de regresión lineal para características y número de hojas, con respecto a días de evaluación se evaluó desde el 19 de agosto hasta 4 de noviembre del 2021	37
15. Características físicas de la raíz del nabo evaluado a los 75 días después de la siembra se evaluó desde el 19 de agosto hasta 4 de noviembre del 2021	40
16. Identificación de bloques y tratamientos.....	71
17. Siembra de plantas de nabo.....	72
18. Cultivo de nabo	72
19. Visita del presidente de tesis, Dr. José W. Zavala Solórzano y asesor M. Sc. Giannfranco Egoávil Jump.....	73
20. Cosecha de nabo.....	73
21. Análisis inicial de suelos.....	74
22. Análisis final de suelos.....	75

23. Análisis de nabo.....	76
---------------------------	----

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el fundo agrícola de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en Tingo María, distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, departamento Huánuco. La finalidad de este trabajo es incentivar la producción de hortalizas en la zona de Tingo María, contar con alimentos nutritivos, consumo rápido y fresco, diversificando la dieta familiar, mejorando la producción de alimentos para todo el año. El objetivo general fue determinar el efecto de la aplicación de una enmienda microbianas (Bacthon) y un biorregulador (Tricho-D) en la producción de *Brassica rapa* var. rapa (Nabo) y los objetivos específicos fue, evaluar el efecto de la aplicación de una enmienda microbiana (Bacthon), un biorregulador (Tricho D) y mezcla de ambos, en altura, número de hojas de nabo, longitud de raíz, diámetro de raíz, volumen de raíz, peso fresco de raíz, peso seco de raíz y porcentaje de humedad de la raíz de nabo; además se evaluó los nutrientes de la raíz del nabo, también se realizó el análisis de características físicas – químicas del suelo, finalmente se realizó el análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con probabilidad de 5 % y comparación de medias con la prueba DGC. Los tratamientos fueron T₁ (Testigo), T₂ (Bacthon), T₃ (Tricho D) y T₄ (Bacthon + Tricho D). Los resultados muestran mayor altura, número de hojas de nabo, mayor peso fresco de raíz, peso seco de raíz, porcentaje de humedad de raíz, longitud de raíz, diámetro de raíz, volumen de raíz, mayor composición de nutrientes de raíz y mejores características físicas – químicas del suelo en el tratamiento T₄ (Bacthon + Tricho D) comparado con los demás tratamientos.

Palabras clave: bioestimulante, características físicas de raíz de nabo, características del suelo, nutrientes de raíz de nabos

ABSTRACT

The research work was carried out on the agricultural farm of the Faculty of Agronomy of the National Agrarian University of La Selva, located in Tingo María, Rupa Rupa district, Leoncio Prado province, Huánuco department. The purpose of this work is to encourage the production of vegetables in the Tingo María area, have nutritious food, fast and fresh consumption, diversifying the family diet, improving food production for the whole year. The general objective was to determine the effect of applying a microbial amendment (Bacthon) and a bioregulator (Tricho-D) on the production of *Brassica rapa* var. *rapa* (Turnip) and the peaceful objectives were to evaluate the effect of applying a microbial amendment (Bacthon), a bioregulator (Tricho D) and a mixture of both, on height, number of turnip leaves, root length, diameter root volume, root volume, root fresh weight, root dry weight and moisture percentage of the turnip root; In addition, the nutrients of the turnip root were evaluated, the analysis of physical - chemical characteristics of the soil was also carried out, finally the profitability analysis of the treatments under study was carried out. A completely randomized block design (DBCA) was used with a probability of 5% and comparison of means with the DGC test. The treatments were T₁ (Control), T₂ (Bacthon), T₃ (Tricho D) and T₄ (Bacthon + Tricho D). The results show greater height, number of turnip leaves, greater root fresh weight, but root dryness, root moisture percentage, root length, root diameter, root volume, greater root nutrient composition and better characteristics. physical - chemical soil in treatment T₄ (Bacthon + Tricho D) compared to other treatments.

Keywords: biostimulant, soil characteristics, turnip root physical characteristics, turnip root nutrients.

I. INTRODUCCIÓN

La *Brassica rapa* var. *rapa* (Nabo) fueron introducidos en América en el siglo XVII por los colonos europeos, es una planta comestible cultivada en diferentes partes del mundo, es rico en vitamina A y C, como de folatos y minerales (Blanco et al., 2018). Sus raíces se cultivan tradicionalmente y se comen cocidas y tienen un sabor dulce o picante (Ordás, 2001). En otros países, como EE. UU., se cultiva con dos propósitos: las hojas se usan como tubérculo y se cocinan como papas y remolachas (Masabni, 2014).

Hoy en día se sabe que la tendencia de la producción de los cultivos es de forma orgánica, evitando utilizar insumos químicos o productos que pueden ser dañinos a la salud humana (Ewa, 2012), por esta razón utilizaremos una enmienda microbiana (Bacthon) y un biorregulador (Tricho-D) con la finalidad de solucionar los principales problemas de la producción de nabo, ya que, presenta lento crecimiento de raíces, rices pequeñas y plantas. Por ello que la finalidad de este trabajo es incentivar la producción de hortalizas en la zona de Tingo María, contar con alimentos nutritivos, consumo rápido y fresco, diversificando la dieta familiar, mejorando la producción de alimentos y la producción de alimentos todo el año.

Es por ello que se ha planteado investigar el efecto de una enmienda microbiana y un biorregulador, con la finalidad de incrementar la producción de *B. rapa*. que además se adapta muy bien en zonas tropicales. En tal sentido se formuló la siguiente interrogante: ¿Será que existe influencia con las enmiendas microbianas como producto comercial Bacthon (*Azospirillum brasilense*, *Azotobacter chroococcum*, *Lactobacillus acidophilus* y *Saccharomyces cerevisiae*) y el biorregulador Tricho-D (*Trichoderma harzianum*) en el producción y calidad de *B. rapa*?, teniendo como hipótesis “Que al menos una enmienda microbiana Bacthon, y un biorregulador Tricho D y la mezcla de ambas, tienen efecto positivo en la producción de *B. rapa*”. Este estudio se realizó en la ciudad de Tingo María. Por todo lo expuesto en torno a la investigación, se planteó los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo general

- Determinar el efecto de las aplicaciones de una enmienda microbianas (Bacthon) y un biorregulador (Tricho-D) en la producción de *Brassica rapa* var. *rapa* (Nabo)

1.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la aplicación de un biorregulador (Tricho D), una enmienda microbiana (Bacthon) y mezcla de ambos, en altura y numero de hojas de nabo

- Evaluar el efecto de la aplicación de un biorregulador (Tricho D), una enmienda microbiana (Bacthon) y mezcla de ambos, en longitud, diámetro, volumen, peso fresco, peso seco y porcentaje de humedad de la raíz de nabo.
- Evaluar el efecto de la aplicación de un biorregulador (Tricho D), una enmienda microbiana (Bacthon) y mezcla de ambos, en los nutrientes de la raíz del nabo.
- Evaluar el efecto de la aplicación de un biorregulador (Tricho D), una enmienda microbiana (Bacthon) y mezcla de ambos, en algunas características físicas – químicas del suelo.
- Realizar el análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo de *Brassica rapa*. var. *rapa*

2.1.1. Historia

Se cree que el género *Brassica* que se cultiva actualmente fue domesticado a partir de semillas oleaginosas bienales en las regiones más frías de Europa. Esta es una cultura muy antigua, ya que los antiguos griegos y romanos la conocían antes del comienzo de la era cristiana. En el siglo XVI se hervían y se comían como hojas. Los inmigrantes europeos los trajeron a América en el siglo XVII (Ordás, 2001)

2.1.2. Descripción

Hierbas, de 30 a 120 cm de altura, anuales o bienales, tuberosas, glabras o extendidas. Las hojas inferiores son puntiagudas, pecioladas, las superiores e inferiores plegadas y las superiores enteras, aparentemente elípticas, lisas, a menudo azuladas. La inflorescencia es un hongo amanita con 15 - 20 flores amarillas, de unos cuatro pétalos. De 1 cm de largo, los pétalos centrales están abiertos y las flores más cortas están dispuestas en inflorescencias. Silicuas, de 5 - 10 cm de largo, con una fila de semillas en cada celda, la superficie mayor es de 3 cm, lineales, sin semillas, esféricas, de color marrón oscuro. Raíz engrosada (rábano) pequeña pulpa blanca que *B. napus* var. *napobrassica* (Blanco et al., 2018).

2.1.3. Importancia del cultivo

B. rapa se puede consumir tanto las hojas como las raíces, como verduras en fruta fresca, en España es más frecuente consumirlos cocinados, incorporándolos comúnmente a los potajes para dar buen sabor al caldo, acompañando a zanahorias y patatas (Blanco et al., 2018), Como cultivo de doble uso; las hojas se utilizan como verdura y las raíces se cocinan como patatas y remolachas (Masabni, 2014). El aceite vegetal de *B. rapa* es la tercera fuente más grande de aceite vegetal en el mundo, por delante del girasol y después de la soja y la palma. Diferentes semillas de *B. rapa* se caracterizan por un alto contenido de aceite de 38 a 44 % (Cartea et al., 2009).

Las hojas de *B. rapa* (Nabizas) son ricas en vitaminas A y C (Ordás, 2001, Masabni, 2014, Blanco et al., 2018), así como en folatos y minerales, con unos contenidos de fibra y proteína del 19,10 y 21,20 % sobre peso seco, respectivamente, lo que le confiere buenas propiedades nutricionales y alta capacidad antioxidante (Blanco et al., 2018). *B. rapa*, en sus partes comestibles (Hojas y tallos, botones florales y raíces) se han determinado 14 compuestos fenólicos (3-p ácidos -coumaroylquinic, cafeico, ferúlico y sinápico, kaempferol 3-O-sophoroside-7-O-glucósido, kaempferol 3-O-sophoroside-7-O-

sophoroside, kaempferol 3-O- (feruloil/cafeoil) -soforósido-7-O-glucósido, kaempferol 3,7-O-diglucósido, isorhamnetina 3,7-O-diglucósido, kaempferol 3-O-esforósido, 1,2-disinapoilgentiobiosa, 1,2-disinapoil-2-feruloilgentiobiosa, kaempferol 3-O-glucósido e isorhamnetina 3-O-glucósido) y seis ácidos orgánicos (ácidos aconítico, cítrico, cetoglutárico, málico, shikímico y fumárico) (Fernandes et al., 2007).

Para el consumo humano se busca aceites libres de ácido erúxico, existen variedades conocidas como “Canola” de *B. rapa* como en *B. napus*, que además de reducir el contenido en ácido erúxico al 2 % también son bajas en glucosinolatos (menos de 30 mmol por kg de pasta resultante de la extracción del aceite) (Cartea et al., 2009). Además, contiene glucosinolatos, predominando los glucosinolatos alifáticos, como la gluconapina (responsable del amargor característico), glucobrasicanapina y glucorafanina, al que se atribuye actividad anticancerígena, preventivas del cáncer de colon (Blanco et al., 2018).

Las semillas de *B. rapa* presentan altos contenidos fenólicos y fuertes actividades antioxidantes, estudios demuestran que los extractos presentan una hepatoprotección eficaz, pudiendo aliviar el daño hepático y mejorar el sistema de defensa antioxidante, siendo el tiocianato de sinapina el componente principal y que actúa como hepatoprotector de una manera dependiente de la dosis, por lo tanto esto implica que las semillas de *B. rapa* podrían desarrollarse como un alimento funcional para la hepatoprotección (Fu et al., 2016).

2.1.4. Siembra y consideraciones del cultivo

En España, los rábanos se suelen sembrar en los campos. El tiempo de cosecha de otoño más común es desde mediados de julio hasta finales de septiembre, cuando el producto está disponible para el consumo de otoño o invierno. La siembra de primavera también es posible (aunque con menos frecuencia) de marzo a mayo. Se puede comer con rábanos a finales de primavera o verano. El peligro de la siembra de primavera es la altura. Estas plantas de primavera necesitan riego frecuente (Ordás, 2001). El suelo se prepara para la siembra sometiéndolo a un ligero riego antes y moviendo luego un poco la tierra (Blanco et al., 2018). Siembra las semillas en suelo húmedo. Cubra ligeramente las semillas con tierra blanda o compost; luego rocíe las hileras con agua para acelerar la germinación y rocíe para evitar que la tierra se agriete hasta que salgan las plantas pequeñas. Bajo estas condiciones, la mayoría de las plantas deberían emerger dentro de tres a siete días. Para un suministro constante de nabos tiernos y frescos, plante dos o tres plantas con diez días de diferencia (Masabni, 2014). Mantenga las plantas libres de malas hierbas, especialmente si son pequeñas. Elimine las malas hierbas a mano o con una azada, pero no excave demasiado con

la azada, ya que esto puede cortar algunas de las raíces del cultivo. Deje de 7,62 a 10,16 cm de espacio entre los rábanos; tenga en cuenta que las plantas que son demasiado densas evitarán que se desarrollen las raíces del rábano (Masabni, 2014). Posteriormente hay que hacer entresaca para que las plántulas tengan suficiente espacio, dejando un marco de plantación de 10 - 15 cm entre plantas (Blanco et al., 2018).

Los rábanos necesitan suficiente nitrógeno para desarrollar un color verde oscuro. Cuando las plantas miden de 10,16 a 12,70 cm de alto, agregue ½ taza de fertilizante por cada 3,05 m de hilera. Espolvoree el fertilizante junto a las plantas, mézclelo suavemente en el suelo y humedezca el suelo. Si el suelo es arenoso y la temporada es húmeda, necesitará fertilizar más en el futuro (Masabni, 2014). Luego se abonaba la tierra con estiércol después de cosechar el centeno, antes de meter los nabos. En la Alpujarra granadina se dice que, si se abonan, los nabos resultan más tiernos, aguanosos y sabrosos, e incluso se pueden comer crudos (Blanco et al., 2018). Los rábanos son difíciles de cultivar. Las recogidas en invierno (Las más habituales) conviene dejarlas secar al aire durante unos días, quitando las hojas. Después de eso, se pueden almacenar en un lugar fresco y oscuro, en la agricultura tradicional se recomienda cubrirlos con arena (Ordás, 2001).

2.1.5. Características minerales de las raíces de nabo

Es una hortaliza de escaso aporte calórico porque posee abundante cantidad de agua y un bajo contenido de hidratos de carbono y es buena fuente de fibra (Tabla 1).

Tabla 1. Composición por 100 g de porción comestible

Composición	Valores
Energía (Kcal)	19,00
Agua (ml)	89,80
Proteínas (g)	0,90
Hidratos carbono (g)	3,20
Fibra (g)	2,00
Potasio (mg)	238,00
Yodo (mcg)	20,00
Calcio (mg)	39,00
Fósforo (mg)	31,00
Vitamina C (mg)	20,00
Vitamina B3 (mg)	6,00
Folatos (mcg)	16,00

Fuente: Huallpa (2010)

Respecto al contenido vitamínico, aporta una apreciable cantidad de vitamina C, vitamina B3 y de folatos, y cantidades discretas de vitaminas del grupo B (B6, B1 y B2). Carece de provitamina A y de vitamina E, abundantes en otras verduras y hortalizas. En

cuanto a su composición en minerales, el más abundante es el potasio, seguido del calcio, el fósforo y el yodo. El calcio de estas raíces no se asimila apenas en relación con los lácteos y otros alimentos ricos en dicho mineral. Es importante tener en cuenta que las hojas del nabo o grelos son más nutritivas que el propio nabo. Los grelos aportan casi el doble de proteínas y de fibra que la raíz y mucho calcio. Lo más destacable de los grelos es su composición en vitaminas y minerales. Contiene cantidades varias veces superiores a las del nabo de provitamina A o beta-caroteno, vitamina C y folatos (Huallpa, 2010).

2.1.6. Factores físico, químico, biológico y fisiológico en el desarrollo de los plántones

2.1.6.1. Factores físicos

La condición física del suelo determina su capacidad de carga, facilidad de penetración de raíces, circulación de aire, capacidad de almacenamiento de agua, drenaje, acumulación de nutrientes (Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura [INTAGRI], 2017) por lo que la profundidad del suelo se refiere al espesor del suelo favorable para la planta penetración de las raíces en el material del suelo (Ortiz et al., 1990).

2.1.6.2. Factores químicos

El pH del suelo es una medida de acidez o alcalinidad que depende de la concentración de iones hidronio (H) e iones hidróxido (OH⁻) (Enríquez y Cabalceta, 1999). Tiene un rango de pH de 1 a 14, y el suelo con el mejor rango de pH para la agricultura está entre 5,5 y 6,5 (Watler y Thompson, 2002). El nitrógeno es necesario en grandes cantidades en algunas hortalizas, pero su disponibilidad en el suelo dependerá del contenido de materia orgánica (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2001).

2.1.6.3. Factores fisiológicos

El desarrollo comienza con la formación de la parte comestible; se observa endurecimiento del fruto, crecimiento de raíces, el período temprano comienza con el desarrollo y termina hasta que el producto comestible está listo para su uso. La maduración comienza antes de la cosecha y puede continuar después de la cosecha (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2012).

2.1.7. *Brasicáceas*

La familia se caracteriza por una botánica muy compleja, que incluye varias especies de importancia agrícola, destacando el género *Brassica* con sus numerosas especies vegetales, también se sabe que el género *Brassica* incluye muchos cultivares hortícolas importantes, con más de 30 especies silvestres e híbridas, así como muchos otros cultivares e

híbridos de origen cultivado, muchas son anuales o bienales, y algunas son incluso pequeños arbustos, el género es originario de Europa occidental, el clima mediterráneo y las regiones templadas de Asia (Fernández, 2012; Pardo et al., 2014). Además de las especies cultivadas que se encuentran en todo el mundo, muchas especies silvestres son malas hierbas, especialmente en América del Norte, del Sur y Australia, en la familia *Brassica*, podemos encontrar una variedad de vegetales comestibles, que incluyen raíces (colinabo, rábanos, rábanos), tallos (Colinabo), hojas (Col, coles de Bruselas), flores (coliflor, brócoli) y semillas (Fernández, 2012).

Brassicaceae es el hogar de muchas especies valiosas, como *Arabidopsis Thaliana*, un organismo modelo para las plantas con flores que se utiliza actualmente en casi todas las disciplinas de la biología experimental, cuyo genoma completamente secuenciado abre el camino a una mejor comprensión de varios aspectos del comportamiento de las plantas, plantas de col aporta información genética sobre periodo de floración, hibridación y supresión de genes, esta familia también incluye plantas medicinales (Mamani, 2018).

2.1.8. Valoración nutricional del nabo

Los rábanos son un alimento de bajo valor energético; está determinado por el alto contenido en agua y bajo contenido en macroelementos (Tabla 2), se evalúa el aporte de fibra, en primer lugar fibra insoluble, que mejora el tránsito intestinal y previene el estreñimiento, los rábanos contienen gran cantidad de diversos microelementos, nutrientes, de las que destaca la vitamina C, y en este sentido cabe señalar que los rábanos de tamaño mediano alcanzan el 47 % de la dosis diaria recomendada de estas vitaminas, siendo el contenido mineral el más alto el yodo, seguido del potasio y el calcio (Huallpa, 2010; Aucal et al., 2015; Zambrano, 2015).

Tabla 2. Composición nutricional del nabo

Composición	Valor
Calorías	34 g
Hidratos de carbono	8 g
Proteínas	1 g
Grasa	0,1 g
Fibra	3,1 g
Vitamina C	19 mg (30 % CDR)
Potasio	276 mg (8 % CDR)
Manganeso	0,1 mg (6 % CDR)
Vitamina B6	0,1 mg (5 % CDR)
Calcio	52 mg (5 % CDR)
Ácido fólico	14 mg (4 % CDR)
Magnesio	14 mg (4 % CDR)
Fósforo	41 mg (4 % CDR)
Hierro	0,3 mg (2 % CDR)
Vitamina B2 (riboflavina)	0,5 mg (2 % CDR)
Vitamina B5 (ácido pantoténico)	0,2 MG (2 % CDR)

2.1.9. Características físicas del nabo

Los rábanos varían en tamaño según la variedad, oscilando entre los 12 y los 15 cm de largo, con un peso medio es de unos 100 – 200 g, tienen la pulpa de color blanca o amarillenta, cubierta con una fina corteza amarilla o blanca, a veces cubierta de rojo, verde o morado y tiene un sabor a repollo, pero más dulce (Hualpa, 2010).

2.2. Bioestimulantes

Es cualquier sustancia o microorganismo que, al aplicarse a las plantas, es capaz de mejorar la eficacia de éstas en la absorción y asimilación de nutrientes, tolerancia a estrés biótico o abiótico o mejorar alguna de sus características agronómicas, independientemente del contenido en nutrientes de la sustancia (Héctor et al., 2020). Constituyen sustancias, que por su acción pueden estimular el crecimiento de la planta, mejorar la absorción de nutrientes e incrementar los rendimientos en condiciones de estrés ambiental, independientemente de que contengan elementos nutrientes en su composición (Veobides et al 2018). También se sintetizan aspectos relacionados con las sustancias húmicas como son sus características estructurales y su clasificación (Ramos et al., 2008). La utilización de bioestimulantes puede promover un aumento en la productividad de los cultivos mediante la mejora en la absorción y asimilación de nutrientes, tolerancia a estrés abiótico y mejora de las características agronómicas del cultivo (Samudio, 2020).

2.2.1. Importancia de los microorganismos

El uso de nutrición mineral basados en microbios es una parte importante de la agroecología, pero solo es posible si se comprende la actividad microbiana y sus efectos en las propiedades del suelo y las especies de plantas (Rocha et al., 2015). Los microorganismos terrestres intervienen activa y directamente en los ciclos geoquímicos, como son los ciclos del carbono (C) y nitrógeno (N), fósforo (P) y especialmente del azufre (S). También están involucrados en muchos procesos y reacciones relacionados con la nutrición de las plantas. (Sánchez y Valderrama 2014).

2.2.2. Bioestimulantes de origen microbiano

Los bioestimulantes consisten en varios compuestos o microorganismos que aumentan la eficacia de los nutrientes de las plantas, pero no necesariamente del nutriente en sí (Du Jardin, 2015). Entre los bioestimulantes más usados se encuentran el vermicompost, sus lixiviados y los microorganismos eficientes (Canellas et al., 2015). Otros compuestos con aplicaciones potenciales en la agricultura orgánica son las oligosacarinas, incluidos los derivados del quitosano (Pandey et al., 2018), cuya principal ventaja es que no contaminan el medio ambiente (Larskaya y Gorshkova, 2015). Por las razones anteriores, se espera que su uso

aumente en los próximos años como una alternativa para eliminar el uso de agroquímicos (Cabrera et al., 2013; Pandey et al., 2018). Las oligosacarinas son compuestos naturales que forman parte de las paredes celulares de plantas y microorganismos como los hongos (Falcón-Rodríguez et al., 2015).

2.3. *Trichoderma*

2.3.1. Importancia de *Trichoderma*

Las especies de *Trichoderma* son hongos cosmopolitas, generalmente derivados del suelo, (Klein y Eveleigh, 1998). Esta *Trichoderma* tiene la capacidad de extraer nutrientes, competir o degradar hongos patógenos, así como se alimenta de materia orgánica, la descompone y contribuye a su consolidación en el suelo. Este hongo requiere humedad para germinar, tiene una tasa de crecimiento bastante alta y combate las enfermedades que afectan a los cultivos (Chiriboga et al., 2015). El hongo obtiene nutrientes de hongos parásitos y materia orgánica para promover su descomposición, a lo que la adición de materia orgánica y composta promueve su propagación (Ramos et al., 2008).

2.3.2. Mecanismo de acción *Trichoderma*

Se puede cultivar en una amplia variedad de sustratos, lo que facilita su producción a gran escala para la agricultura. Su alta tolerancia a condiciones ambientales extremas y hábitats causantes de enfermedades lo convierte en un agente de biocontrol efectivo contra una amplia gama de hongos fitopatógenos transmitidos por el suelo y el aire (Chiriboga et al., 2015). Por sus múltiples mecanismos de acción, este género es utilizado como agente de biocontrol de hongos fitopatógenos, destacándose antibacteriano, parasitismo fúngico, competencia por espacio y nutrientes, y producción de metabolitos secundarios. Varias especies de *Trichoderma* se han utilizado en sistemas de fermentación acoplada sobre sustratos sólidos o cultivos sumergidos para degradar residuos lignocelulósicos y producir fuentes de energía alternativas como el etanol. Como sistema de fermentación, los biorreactores optimizan las condiciones de cultivo para maximizar la producción de biomasa y metabolitos (Hernández et al., 2019), secundarios como compuestos orgánicos volátiles con actividad antibiótica o antifúngica (Garrido y Vilela, 2019), además de actividades biocontroladoras, que incluyen, además de los mencionados, la secreción de enzimas y la producción de compuestos inhibidores (Infante et al., 2009).

2.3.3. *Trichoderma* como bioestimulante en la planta

Trichoderma y otros microorganismos beneficiosos. las especies de este género están estrechamente asociadas con la rizosfera vegetal o parientes endófitos y pueden promover el crecimiento y desarrollo de las plantas mediante la producción de auxinas y

giberelinas; también pueden producir ácidos orgánicos (ácido glucónico, ácido fumárico y ácido cítrico) que reducen el pH del suelo y promueven la disolución de fosfato, magnesio, hierro y manganeso, que son esenciales para el metabolismo de las plantas (Sharma et al., 2017).

La aplicación de *Trichoderma* sp. comercial, mejora notablemente su crecimiento y desarrollo de las plantas, influyendo en variables fisiológicas como germinación, área foliar, peso seco y fresco de la raíz, peso seco y fresco de la parte aérea, y longitud de raíz (Camargo-Cepeda y Ricardo, 2012), tiene la capacidad de multiplicarse en el suelo y colonizar las raíces de las plantas liberando factores de crecimiento (auxinas, giberelinas y citoquininas) que estimulan la germinación y el desarrollo de las plantas (Cubillos-Hinojosa et al., 2009)

2.4. Enmiendas microbianas

Representa una opción amigable desde el punto de vista ambiental como alternativa a la aplicación de fertilizantes minerales solubles (Beltrán, 2014). Estas enmiendas microbianas pueden fabricarse a base de algunos microorganismos promotores de crecimiento vegetal, como los microorganismos solubilizadores de fosfato (Rincón, 2008). Estos microorganismos pueden interactuar en la rizosfera con las raíces de las plantas, de modo que los exudados radicales, ricos en compuestos orgánicos les aportan gran variedad de nutrientes para llevar a cabo sus actividades metabólicas (Rodríguez, 2013). Las enmiendas orgánicas varían en su composición química de acuerdo al proceso de elaboración, duración del proceso, actividad biológica y tipos de materiales que se utilicen; La calidad de las enmiendas orgánicas se determina a través de las propiedades físicas, químicas y biológicas (González y Fuentes, 16).

2.4.1. Bacterias

Las bacterias beneficiosas del suelo juegan un papel importante en las plantas porque, al unirse a ellas, promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, por un lado, y las protegen de otros organismos del suelo que causan enfermedades. En ecología, esta relación beneficiosa entre bacterias y plantas se conoce como "simbiosis", que se define como la coexistencia común (pero no necesaria) de dos organismos diferentes que es beneficiosa para el huésped. simbionte (bacteria) (Cruz, 2011). Las bacterias son muy diversas y la mayoría de ellas no son patógenas, no nos enferman ni nos hacen daño; participa en la conversión del material del suelo en nutrientes utilizados por las plantas (Montaño et al., 2010). Muchas bacterias del suelo pueden producir sustancias llamadas fitohormonas, así como los humanos tenemos hormonas, las plantas también, el 80 % de las bacterias adheridas a las raíces de las plantas producen hormonas que estimulan su crecimiento, es decir, las bacterias promueven un

crecimiento óptimo del sistema radicular (Pérez, 2017). Las raíces de las plantas y el suelo que tocan, un hábitat conocido como rizosfera, es un nuevo nicho disponible para las bacterias, una fuente inagotable de sustancias liberadas por las raíces: aminoácidos, proteínas y enzimas, azúcar, ácidos orgánicos y vitaminas, etc (Holguín, 2008).

2.4.1.1. *Azospirillum brasilense*

Azospirillum es una bacteria promotora del crecimiento de las plantas que se encuentra en el suelo en varias partes del mundo. Estas bacterias promueven la producción y productividad de los cultivos cuando se asocian con las raíces de las plantas y actúan para aumentar las raíces aéreas y las raíces sistémicas, estos beneficios resultan de la secreción de nutrientes de las plantas en crecimiento, especialmente auxinas (Domínguez et al., 2020). Corresponde a un género de bacterias que favorece el crecimiento de las plantas. Gracias a la unión del sistema radicular de la planta, estos microbios favorecen la producción de cultivos aumentando tanto la parte aérea como el sistema radicular (Sangoquiza et al. 2018).

2.4.1.2. *Azotobacter chroococcum*

Las bacterias del género *Azotobacter* han sido utilizadas extensamente en la producción agrícola mundial, ya que les aportan a las plantas hasta el 50 % de sus necesidades de nitrógeno mediante la fijación asociativa del elemento que llevan a cabo a partir de la atmósfera, además de suministrarles sustancias activas estimuladoras del desarrollo vegetal (León et al., 2012). Las bacterias fijadoras de nitrógeno no simbióticas del género *A. chroococcum* son comunes en todas partes del mundo, este microorganismo utiliza los exudados de las raíces y proporciona a las plantas nitrógeno compuesto que secreta durante la fijación de nitrógeno atmosférico. El efecto beneficioso del *Azotobacter* no solo se debe a su capacidad bioestimulante, sino a su acción nitro fijadora y excreciones metabólicas que liberan ciertas proteínas y enzimas que pueden producir modificaciones fisiológicas y metabólicas en las plantas (Sánchez et al., 2018).

2.4.1.3. *Lactobacillus acidophilus*

Lactobacillus acidophilus son bacterias ácido lácticas que funcionan como probióticos, generalmente son usadas para la formulación de alimentos funcionales y crecen en condiciones de cultivo similares. Regulador de altas y bajas temperaturas o condiciones climáticas extremas. Mejora el pH en suelos alcalinos, bajando el pH del suelo. Mejora las condiciones físicas y químicas del suelo agrícola (Velastegu y Cruz, 2017).

2.4.1.4. *Saccharomyces cerevisiae*

Es una levadura que constituye el grupo de microorganismos más íntimamente asociado al progreso y bienestar de la humanidad; su nombre deriva del vocablo Saccharo (azúcar), myces (hongo) y cerevisiae (cerveza). Es una levadura heterótrofa, que obtiene la energía a partir de la glucosa y tiene una elevada capacidad fermentativa. Puede aislarse con facilidad en plantas y tierra, así como del tracto gastrointestinal y genital humano. Es un producto del proceso de producción de alcohol, que a su vez constituye una valiosa fuente de proteínas y vitaminas para la alimentación animal. Pero también puede resultar muy beneficioso para tus plantas, gracias a su contenido de hierro, vitamina B, proteínas, hidratos de carbono, ácido fólico, zinc, fósforo, potasio y calcio (Suárez et al., 2016), estos microorganismos cumplen una función muy importante ya que liberan dióxido de carbono (CO₂) (Suárez-Machín et al., 2016).

2.5. Productos utilizados

2.5.1. Bacthon

Es una enmienda microbiana que contiene *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter chroococcum*, *Lactobacillus acidophilus* y *Saccharomyces cerevisiae*. Contiene bacterias y levaduras benéficas, que permite desintoxicar el suelo de sustancias tóxicas formadas o incorporadas al suelo (Serfi, 2015a). Bacthon mejora la carga microbiana benéfica, permitiendo incorporar la broza de los cultivos mediante descomposición biológica eficiente, mejora la digestión de la materia orgánica (Guano y otros) que muchas veces causan daño a las raíces. Mejora el establecimiento y desarrollo de las raíces que induce a plantas vigorosas y tolerantes a condiciones difíciles (Plagas, climas extremos). De acuerdo a las instrucciones de uso y manejo, a nivel de vivero, almacigo y semilleros se debe aplicar 10 cc/L de agua, la aplicación es por aspersión al suelo húmedo en capacidad de campo cada una o dos semanas hasta el trasplante (Orius, 2017a).

2.5.1.1. Ficha Técnica

Es un acondicionador microbiano del suelo formulado con bacterias beneficiosas del suelo y levadura para incorporar salvado de cereal a través de una biodegradación eficiente. Ayuda a digerir la materia orgánica del suelo, mejora la disponibilidad de nutrientes y estimula la asimilación de las raíces. Se usa en todos los cultivos, la aplicación debe hacerse dirigida al guano, estiércol, broza de cultivo u otra materia orgánica, se debe aplicar al inicio del cultivo o de la nueva campaña para mejorar o incrementar la fauna microbiana del suelo que asegura un mejor desarrollo de raíces y asimilación de nutrientes aprovechables en ese cultivo (Serfi, 2021).

2.5.1.2. Características generales

- **Grupo** : Enmienda microbiana
- **Composición** : *Azospirillum brasilense* 10,000 x UFC/mL
 : *Azotobacter choococum* 10,000 UFC/ mL
 : *Lactobacillus acidophilus* 10,000 UFC/mL
 : *Saccharomyces cerevisiae* 100 UFC/mL
 : Ingredientes inertes c.s.p. 1L
- **Formulación** : Suspensión concentrada
- **Aspecto** : Líquido café claro
- **Olor** : Levadura
- **Densidad** : 1,17 g/mL

2.5.1.3. Beneficios

- Restituye y bioactiva la población microbiana del suelo.
- Favorece la asimilación de nutrientes del suelo y de los elementos que se aplican como Fertilizantes.
- Estimula la formación de raíces.
- Favorece el vigor y desarrollo inicial del cultivo.
- Favorece el balance nutricional en el cultivo, mejorando la tolerancia al ataque de plagas.
- Incrementa los rendimientos y calidad de las cosechas.
- Se puede usar en Agricultura Orgánica o convencional (Serfi, 2021).

2.5.2. Tricho D

Es un biofungicida a base de *Trichoderma harzianum*, biorregulador y antagonista natural de patógenos vegetales del género *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Sclerotinia*, *Sclerotinia*, *Pythium*, *Roseburia*. El hongo *T. harzianum* es un biorregulador que inhibe el desarrollo de fitopatógenos que se encuentran en el suelo. Crece y coloniza muy rápidamente en el suelo, protege las raíces de las plantas de fitopatógenos por antagonismo (Serfi, 2015b) de acuerdo a las instrucciones de uso y manejo, a nivel de vivero, almacigo y semilleros se debe aplicar 3 cc/L de agua, la aplicación es por aspersión al suelo húmedo en capacidad de campo cada 1 o 2 semanas hasta el trasplante (Orius, 2017b).

Las raíces son colonizadas por *Trichoderma a* menudo promueven el crecimiento, el desarrollo, la productividad de los cultivos, la resistencia al estrés biótico y una mayor absorción de nutrientes. Los estudios han demostrado que después de la aplicación de

Trichoderma hacinata y *Trichoderma korningii*, el rendimiento de los cultivos de campo puede aumentar en más del 300 %. Diferentes géneros de *Trichoderma* producen factores de crecimiento que tienen la capacidad de acidificar su entorno al liberar ácidos orgánicos como el ácido glutámico, ácido cítrico y ácido fumárico; estos ácidos orgánicos surgen del metabolismo de otras fuentes de carbono, principalmente la glucosa, seguido de la solubilización de fosfatos, oligoelementos y minerales como el hierro, el magnesio y el manganeso. *Trichoderma* es capaz de degradar compuestos organoclorados, clorofenoles, DDT, *Endosulfán*, *Pentacloronitrobenceno* y otros insecticidas y *Trifluralina*, glifosato y otros herbicidas (Castro y Rivillas, 2012).

2.5.2.1. Ficha técnica

Es un fungicida biológico a base de esporas del hongo benéfico *T. harzianum*, el cual secreta enzimas degradadoras de la pared celular de los hongos causantes de enfermedades radiculares, actúa por competencia al desarrollarse primero en el sustrato, por antagonismo al inhibir la germinación de las esporas y por parasitismo al impedir el desarrollo de los microorganismos fitopatógenos. Por su naturaleza Tricho D puede ser incluido dentro del Manejo Integrado de los cultivos, así como en la Agricultura orgánica (Serfi, 2021).

2.5.2.2. Características generales

- **Nombre del producto** : Tricho D
- **Clase de uso** : Fungicida agrícola – Agente de Control Biológico Microbiano
- **Ingrediente activo** : *T. harzianum*
- **Composición** : *T. harzianum* 1 x 10⁸ esporas viables/g.
Aditivos c.s.p. 1 g
- **Formulación** : Polvo Mojable (WP)
- **Aspecto** : Polvo fino
- **Color** : Café claro
- **Olor** : A levadura
- **Densidad** : 2,22 g/mL
- **pH** : 5,5 al 10 % (Serfi, 2021)

2.6. Estado del arte

El 2017 en Vinces Ecuador se sembró tomate y pimiento rojo en etapa de plántula se utilizaron microorganismos de alta efectividad y promotores del crecimiento vegetal, los tratamientos fueron Tricho-D, Bacthon, Serenade y EM-1, y las dosis fueron de 5 cc/L y 2 g/L,

7 cc/L y 5 cc/L, respectivamente. Cada parcela consta de 30 vasos de plástico de 177.44 ml dispuestos en filas de 5 x 6. Se seleccionaron diez plántulas de las tres filas centrales para su evaluación. Los mejores resultados para el desarrollo de hojas y raíces son T2 y T7 = Bacthon 5 cc/L (*Azospirillum brasilense* y *Azotobacter chroococcum*), T4 y T9 = Serenade 7 cc/L (*Bacillus subtilis*) y T5 y T10 = EM- 1 5 cc/L (Bacterias fototróficas, *Lactobacillus plantarum*, actinomicetos y *Saccharomyces cerevisiae*) (Carriel, 2017).

EL 2011 en Colombia, se aplicaron los bioproductos MicosPlag y Tricho-D en concentraciones de 2 y 10 g/L de agua, respectivamente, en un volumen de 20 ml/bolsa y con carbofurano (Furadan) como referencia química. La aplicación profiláctica del bioproducto MicosPlag (*Paecilomyces lilacinus*, *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*) al suelo mostró el efecto de las raíces del café sobre *M. incognita M. javanica* (6 % de las infecciones). Se ha demostrado que el uso profiláctico de Tricho-D orgánico (*T. harzianum*) protege contra el ataque de *M. incognita M. javanica* en comparación con el control de referencia. Sin embargo, esta protección no es tan efectiva como los productos biológicos MicosPlag (Ortiz et al., 2015).

El 2008 en Colombia, se aplicó como biorregulador Tricho-D como *Phytium* sp. y Bacthon como biofertilizante Sopos Gypsophila con tres tratamientos, control comercial T₀ Previcur N dosis 200 cc/100 L agua, tratamiento T₁ Tricho-D 15 g/cama/100 L agua y T₂ tratamiento Tricho-D más Bacthon dosis 10 g/chupito/100 L de agua. El uso de Tricho-D WP en el cultivo de *Gypsophyla* redujo la pérdida de plantas por oferta en un 32 %. La aplicación de Tricho-D WP mezclado con Bacthon SC en la producción de *Gypsophyla* redujo la pérdida de plantas en un 32,5 % (Sarmiento, 2008).

El 2002 en Ecuador se estudió el papel de *Trichoderma viride* y *Trichoderma harzianum* se estudió en Ecuador para desarrollar el desarrollo de la estimulación de la germinación y los costos del café Arábica, lo que demuestra el uso de semillas de café *T. viride* y *Tarzianum* y alcanzó 93 y 63 %. La germinación de Gran Bretaña en comparación con las semillas de *Tarzianum*. Semillas que no están vacunadas con antagonistas, 38 % después de sembrar 60 días después de la siembra. En cuanto al desarrollo de plantas, vacune a *T. viride* tuvo un área foliar de 363 cm², mientras que las tratadas con *T. harzianum* tuvieron un área foliar de 339 m² en comparación con las plantas control que obtuvieron 204 m² mostrando diferencias estadísticamente significativas en la germinación y el desarrollo de la planta entre tratamientos (Cupull et al., 2002).

El 2009 en Ecuador, se estudió la influencia de *T. harzianum* y *T. viride* en el crecimiento de plántulas de café en vivero (*Coffea arabica*) variedad caturra. En condiciones de germinación, *Trichoderma harzianum* fue el hongo que mostró mayor ventaja en la

producción de hongos. capolas de café con la menor incidencia de atenuación (10 %) en comparación con otros tratamientos y testigo absoluto (51 %). *Fungus* también registró el mayor porcentaje de semillas de café germinadas, longitud máxima de raíz, altura, diámetro de tallo, número de hojas y vigor de planta verde, incidencia del 12 % (Guilcapi, 2009).

El 2012 en Colombia, el *Trichoderma* promueve el crecimiento el desarrollo, el rendimiento de los cultivos, la resistencia al estrés biótico y una mayor absorción de nutrientes. Los estudios han demostrado que después de la aplicación de *Trichoderma harzianum*, el rendimiento de los cultivos de campo puede aumentar en más del 300 %. *Trichoderma* es capaz de acidificar su entorno liberando ácidos orgánicos como el ácido glutámico, ácido cítrico y ácido fumárico; estos ácidos orgánicos surgen del metabolismo de otras fuentes de carbono (principalmente glucosa), seguido de la solubilización de fosfato, oligoelementos y minerales como hierro, magnesio y manganeso. *Trichoderma* es capaz de degradar compuestos organoclorados, *Clorofenoles*, DDT, *Endosulfán*, *Pentacloronitrobenzeno* y otros insecticidas y *Trifluralina*, glifosato y otros herbicidas. (Castro y Rivillas, 2012).

El 2015 en Bolivia, se estudió de efecto de tres niveles de abono líquido orgánico en la producción del cultivo de nabo (*Brassica napus*), determino que el ciclo agrícola del cultivo de nabo fue de 96 días, el T3 fue el que mejor asimilo los nutrientes del té de estiércol debido a que obtuvo un mayor número de hojas, mayor altura de planta, mayor diámetro de raíz, mejor longitud de raíz y mejor rendimiento seguido de T₂, T₁ y testigo respectivamente (Pascual, 2015).

El 2019 en España, se estudió el efecto de la adición de enmiendas orgánicas y combinación con la fitoextracción mediante el uso de dos especies vegetales (*Brassica napus* y *Sinapis alba*), concluye que las propiedades y concentraciones de metales en los suelos inhiben la germinación de las especies, pero que la adición de la gallinaza y el carbón vegetal permiten el crecimiento (Cárdenas, 2019).

El 2020 en Ecuador, se estudió la evaluación de dos enmiendas orgánicas en la producción de col (*Brassica oleracea* var capitata). Como resultado principal se pudo establecer una interacción entre las enmiendas y la fertilización, lográndose diferencias significativas entre las parcelas que recibieron gallinaza o cuyaza en dosis de 173,39 kg/ha y la fertilización química de 117 kgN/ha 654 kgP/ha; lo cual permitió obtener entre 2 639 a 2 655 kg/ha (Zari, 2020).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en el Fundo Agrícola de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de La Selva, ubicado en Tingo María, Distrito de Rupa Rupa, Provincia Leoncio Prado, Provincia de Huánuco, Coordenadas UTM: 390598 m E, 8969865 m N y altitud 657 m.s.n.m.



Fuente: GoogleEarthPro (2023).

Figura 1. Ubicación del campo experimental

3.1.1. Zona de vida

Posee cierto grado de homogeneidad ecológica con diversas características tropicales. Las principales zonas de vida en la provincia son: Bosque Tropical de Montaña Baja (bh-MBT), Bosque Húmedo Tropical (bh-T) y Bosque Premontano Tropical Muy Húmedo (bmh-PT) (Holdridge, 1982). El clima es cálido húmedo (tropical), con una temperatura promedio de 24 °C, con temperaturas diurnas altas y temperaturas nocturnas frescas, y entre diciembre y abril las precipitaciones fluviales son más frecuentes. Tingo María es considerada una de las zonas con mayor precipitación pluvial del país (Cristancho, 2019)

3.1.2. Historial del campo

Anteriormente en dicho suelo se cultivó maíz, después de la cosecha de maíz, se dejó en reposo por medio año aproximadamente, durante ese tiempo en el terreno creció malezas en su mayoría gramíneas. Antes de la instalación del experimento se realizó el

cultivo de dichas malezas, luego se pasó tractor y rastra. Se realizó un muestreo de suelo, de toda el área experimental el análisis fue realizado en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía (Tabla 2)

3.1.3. Análisis inicial de suelo

El análisis de suelo referencial del campo experimental, presenta clase textural franco, pH moderadamente ácido, porcentaje de MO medio, bajo contenido de P, K, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ y K^+ , la suma de cationes (CIC) es bajo (Tabla 3)

Tabla 3. Análisis físico – químico inicial del campo experimental

Características	Valores	Método	Referencia (*)	Descripción
Textura	Franco	hidrómetro de Bouyoucos		
pH	5,61	potenciómetro	>5,6	bajo
M.O %	2,02	Walkley y Black	>2 %	alto
N %	0,10	0,05 % (M,O)	>0,2 %	bajo
P (disponible) ppm	4,97	Olsen modificado	>7 ppm	bajo
K (disponible) ppm	79,54	Desplazamiento con acetato de amonio	>300 ppm	bajo
CIC (Suma de cationes)	5,26	Suma de cationes	>7	bajo
Ca (Cmol+)/kg	4,51	Absorción atómica	6,6 - 11,30 (Cmol+)/kg	bajo
Mg (Cmol+)/kg	0,63	Absorción atómica	>2,5 (Cmol+)/kg	bajo
k (Cmol+)/kg	0,08	Absorción atómica	11 - 18 (Cmol+)/kg	bajo
Na (Cmol+)/kg	0,04	Absorción atómica		
Bases cambiables (%)	100			

(*) IPNI (2015)

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía

3.1.4. Registro meteorológico del experimento

El clima es cálido y húmedo; observándose una mayor precipitación en los meses de noviembre y enero (513,20 y 560,00 mm/mes); la menor precipitación se dio en el mes de setiembre (68 mm/mes), el promedio de precipitación durante el desarrollo del experimento fue 368,40 mm/mes.

Tabla 4. Datos meteorológicos durante la ejecución del trabajo 2020 - 2021

Meses	Temperatura (°C)		Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm/día)
	MAX	MIN		
Setiembre	32,25	20,01	78,32	68,40
Octubre	30,49	20,95	83,61	480,40
Noviembre	29,65	21,29	85,97	513,20
Diciembre	30,28	21,29	84,36	432,00
Enero	29,83	21,05	84,88	560,00
Febrero	29,63	21,28	84,45	156,40
Promedio	30,36	20,98	83,60	368,40

Fuente SENAMHI (2021)

La humedad relativa promedio fue 83,60 % con un máximo promedio de temperatura 30,36 °C y mínimo de 20,98 °C siendo los meses de setiembre y octubre de máxima temperatura y también estos mismos meses (setiembre y octubre) de menor temperatura (Tabla 4).

3.2. Material y métodos

3.2.1. Componentes en estudio

Los componentes en estudio fueron los siguientes (Tabla 5)

Tabla 5. Componentes en estudio

Entradas (Productos biológicos)	Unidad Experimental (Planta)	Salidas (dosis adecuada en el desarrollo y crecimiento de los plantones)
Bacthon (Enmienda microbiana) y Tricho D (Biorregulador)	<i>Brassica rapa</i> var. <i>rapa</i>	Determinar el mejor desarrollo de la raíz de <i>Brassica rapa</i> var. <i>rapa</i>

3.2.2. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio fueron los siguientes (Tabla 6)

Tabla 6. Tratamientos en estudio

Tratamientos	Productos	Dosis	N° Aplicaciones
T1	Testigo	0	0
T2	Bacthon	1 L/200L	3
T3	Tricho D	600 g/200L	3
T4	Bacthon + Tricho D	1 L/200L + 600 g/200L	3

*La dosis recomendada de Tricho-D es 600 g/200 L y la dosis recomendada de Bacthon es 1/200 L. según la ficha táctica.

3.2.3. Diseño experimental

Se usó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), compuesto de cuatro bloques y cuatro tratamientos, incluyendo un tratamiento testigo. El Modelo Aditivo Lineal del DBCA se representa en la siguiente ecuación (1):

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \quad (1)$$

Donde:

Y_{ij} : Es la respuesta obtenida en la unidad experimental correspondiente al j-ésimo bloque, al cual se le aplicó el i-ésimo tratamiento.

μ : Efecto de la media general.

τ_i : Efecto del i-ésimo tratamiento

β_j : Efecto del j-ésimo bloque.

ϵ_{ij} : Efecto aleatorio del error experimental de la unidad experimental

correspondiente al j-ésimo bloque al cual se le aplicó el i-ésimo tratamiento.

Para:

i : 1, 2, 3 y 4 tratamientos

j : 1, 2, 3 y 4 bloques

3.2.4. Características del campo experimental

• Características de las parcelas o tratamientos

- Número de parcelas por bloque : 4
- Largo de la parcela : 1,80 m
- Ancho de la parcela : 1,20 m
- Área de la parcela : 2,16 m²
- Distancia entre parcelas : 0,50 m
- Distanciamiento entre hilera : 0,30 m
- Distanciamiento entre plantas : 0,20 m
- Número de plantas por parcela : 36
- Número de plantas por parcela/evaluación : 8
- Número de plantas por efecto de borde/parcela : 28

• Características de los bloques

- Número de bloques : 4
- Largo del bloque : 8,70 m
- Ancho del bloque : 1,20 m
- Área del bloque : 10,44 m²
- Distanciamiento entre bloques : 1 m
- Número de plantas por bloque : 144
- Número de plantas por bloque/evaluación : 32
- Número de plantas por efecto de borde/bloque : 112

• Área experimental

- Largo del experimento : 8,70 m
- Ancho del experimento : 7,80 m
- Área del experimento : 67,86 m²
- Total plantas : 576
- Total de plantas por evaluación : 128

- Total de plantas por efecto de borde : 448

3.2.5. Croquis de experimento

El croquis del experimento se muestra a continuación (Figura 2) la distribución de los tratamientos se distribuye de forma aleatoria

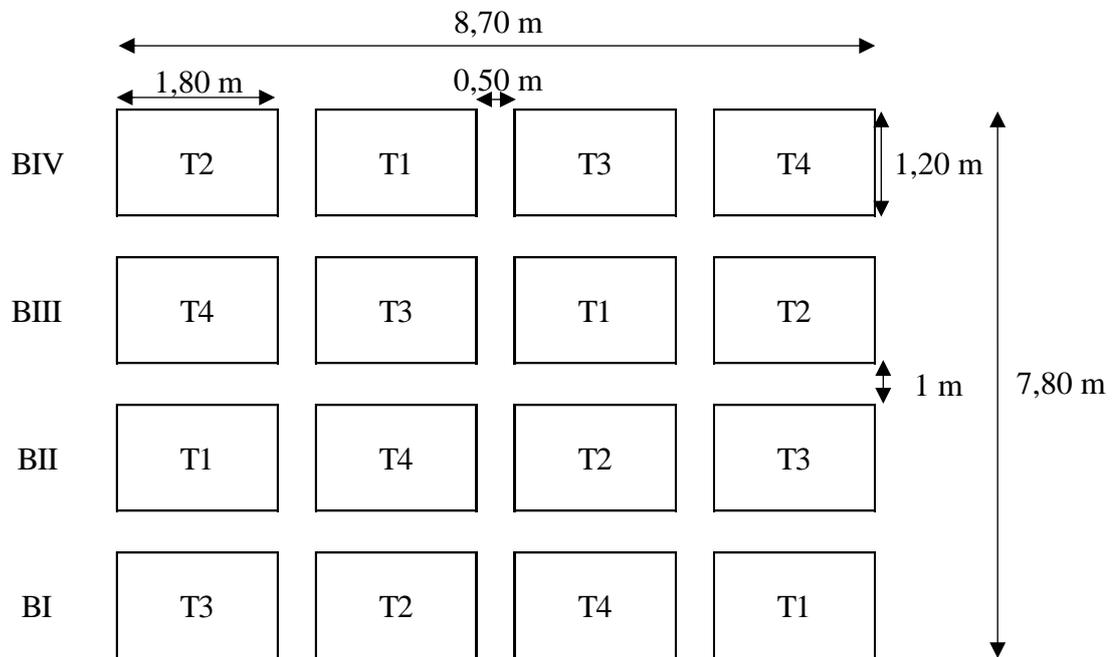


Figura 2. Croquis del experimento

Cada tratamiento este compuesto por cuatro unidades experimentales en las cuales lo conforman 36 plantas de las cuales fueron evaluadas ocho plantas netas de cada unidad experimental.

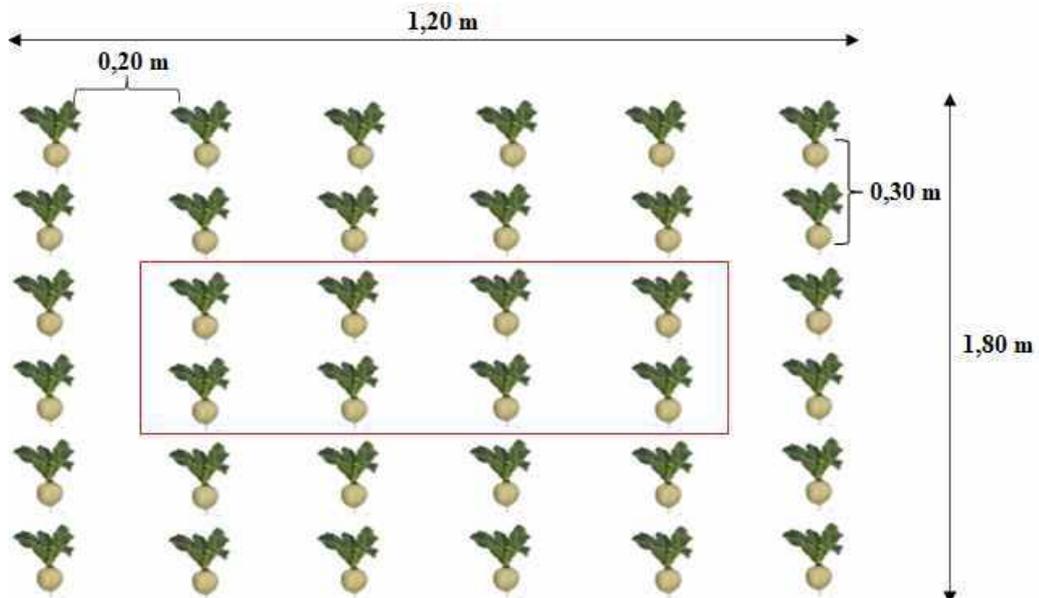


Figura 3. Croquis de una unidad experimental dentro del tratamiento

3.2.6. Dosificación

Para determinar la cantidad de producto a utilizar, se aplicó la regla de tres simples considerando el gasto de agua (Tabla 7), por ejemplo, para el tratamiento T₂ *Bacthon* a la dosis de 1 000 ml/cilindro (cilindro = 200 L) el gasto por aplicación será:

$$1\ 000\ \text{mL de Bacthon} \longleftrightarrow 200\ \text{L}$$

$$40\ \text{mL de Bacthon/tratamiento/aplicación} \longleftrightarrow 8\ \text{L}$$

Para el tratamiento T₂ *Bacthon* el gasto del producto por aplicación será de 40 ml diluido en 8 L de agua

$$600\ \text{g de Tricho D} \longleftrightarrow 200\ \text{L}$$

$$12\ \text{g de Tricho D/tratamiento/aplicación} \longleftrightarrow 8\ \text{L}$$

Para el tratamiento T₃ *Tricho-D* el gasto del producto por aplicación será 24 g diluido en 8 L de agua.

Tabla 7. Gasto de los tratamientos (ml o g) por aplicación y en todo el experimento

Trat.	Descripción	Dosis/200L	Gasto de H ₂ O	GPA	Gasto total
T ₁	Testigo	0 ml	8 L	0 ml	0 mL
T ₂	Bacthon	1 000 ml	8 L	40 ml	120 mL
T ₃	Tricho-D	600 g	8 L	24 g	72 g
T ₄	Bacthon+Tricho-D	1 000 ml+600 g	8 L	40 ml+24 g	120 mL+72 g

Trat. : Tratamiento

GPA : Gasto del producto por aplicación

3.2.7. Análisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza ANVA ($\alpha = 0,05$) (Tabla 6) de las características físicas y químicas del cultivo de nabo, se determinó el coeficiente de variabilidad (CV), además, se realizó la prueba de medias, mediante la prueba de DGC ($\alpha = 0,05$) software estadístico InfoStat (Di Rienzo, 2008).

Tabla 8. Esquema del análisis de Variancia ($\alpha = 0,05$) en diseño de bloques completamente al azar

Fuente de variación	GL	SC	CM	F cal
Bloque	GLb	SCb	SCb/GLb	CMb/Cmee
Tratamientos	GLt	SCt	SCt/GLt	CMt/CMee
Error Experimental	GLee	SCee	SCee/GLee	
Total	GLT	SCT		

CV (%) : Coeficiente de variación

3.2.8. Regresión lineal

En estadística, la regresión lineal o ajuste lineal es un modelo matemático usado para aproximar la relación de dependencia entre una variable dependiente (Martínez, 2005), expresado como:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_m X_m + \varepsilon \quad (2)$$

donde:

Y es la variable dependiente o variable de respuesta.

X_1, X_2, \dots, X_m son las variables explicativas, independientes o regresoras.

$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_m$ son los parámetros del modelo, miden la influencia que las variables explicativas tienen sobre el regrediendo.

3.2.9. Coeficiente de determinación

Es el análogo a las razones de correlación cuando se considera el problema de regresión, así, dadas dos variables aleatorias, X e Y, definidas sobre el mismo espacio de probabilidad y con momentos de segundo orden finitos, el coeficiente de determinación cuantifica el grado de concentración de la distribución de (X, Y) en torno a las rectas de regresión; mide, por tanto, la bondad de la aproximación óptima de cada variable a partir de la otra y, consecuentemente, el grado de dependencia lineal de las variables (Martínez, 2005).

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + \mu \quad (3)$$

3.2.10. Variables a evaluar

- **Variables dependientes**

- Altura de la planta
- Número de hojas
- Longitud del nabo
- Diámetro del nabo
- Volumen del nabo
- Peso del nabo
- Análisis químico del nabo
- Análisis físico - químico del suelo

- **Variables independientes**

- Dosis de Bacthon (*Azospirillum brasilense*, *Azotobacter chroococcum*, *Lactobacillus acidophilus* y *Saccharomyces cerevisiae*)
- Dosis de Tricho D (*Trichoderma harzianum*)

3.2.11. Metodología

3.2.11.1. Determinación de altura y número de hojas de la planta

La evaluación de altura y número de hojas de las plantas se realizaron los 30, 45, 60 y 75 días, evaluándose ocho plantas de cada unidad experimental (U.E), las cuales fueron identificadas para las posteriores evaluaciones. Se obtuvo la medida de la altura desde el cuello de la planta hasta la yema terminal visible, midiendo en centímetros (cm) con una regla graduada de metal mientras que el número de hojas se realizó al conteo de forma visual.



Figura 4. Evaluación de altura y número de plantas

3.2.11.2. Características físicas del nabo (longitud (l), diámetro (\emptyset), volumen (cm^3), peso fresco (g), peso seco (g) y porcentaje de humedad (%))

Se evaluó las ocho plantas, para ello se midió y registró la longitud, diámetro (\emptyset) y volumen (cm^3), peso fresco y/o seco (g) y porcentaje de humedad, de las raíces de nabo, por cada planta, la longitud y diámetro se utilizó un vernier digital (NEIKO 01407A) el volumen se determinó sumergiendo el nabo en un vaso precipitado graduado con agua destilada (Método de la flotación sumergiendo), para peso de utilizo una balanza granulométrica, para peso seco se colocó las raíces en estufa a 70 °C/5 días.

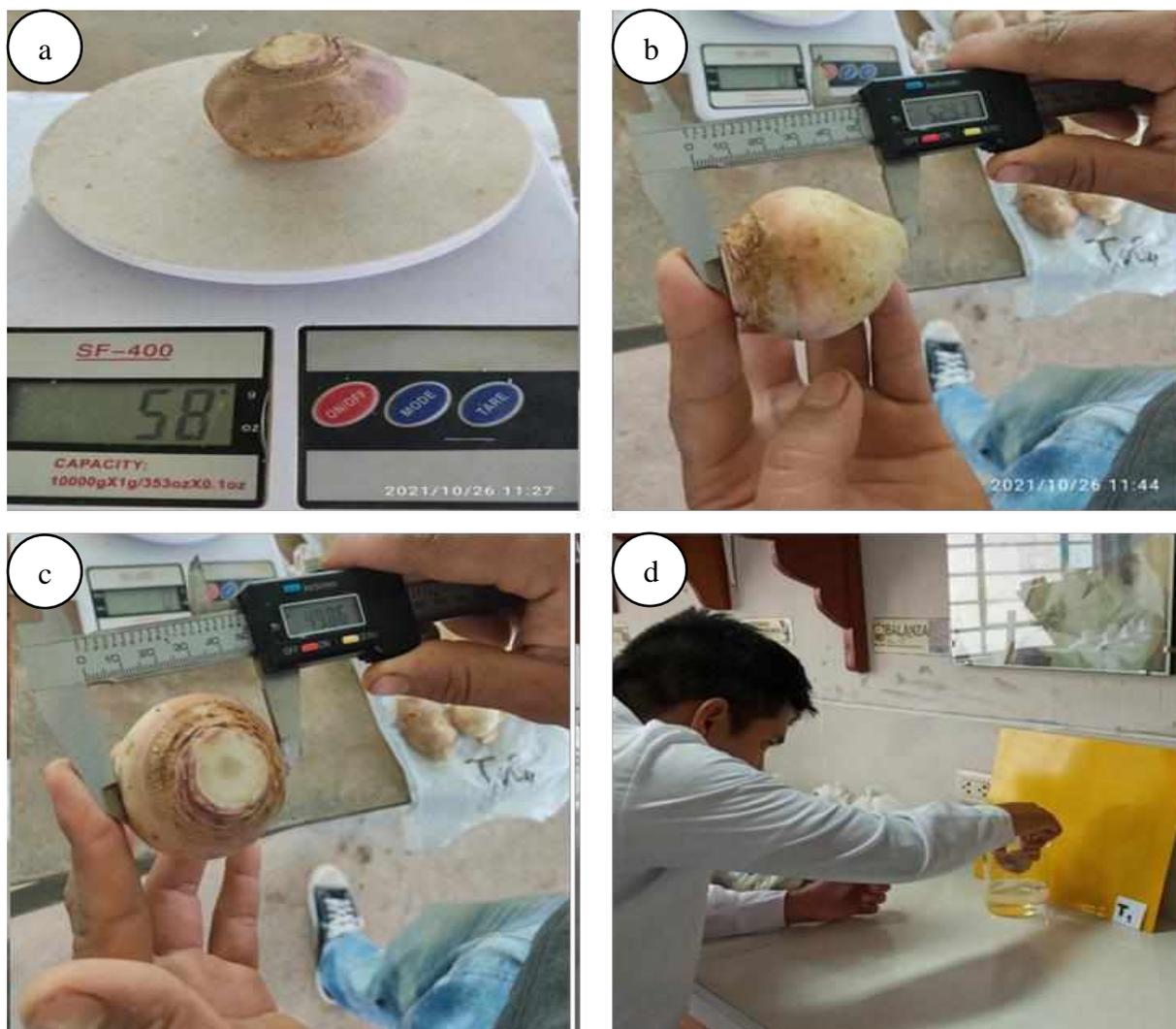


Figura 5. Características físicas de la raíz de nabo: a. peso (g), b. longitud (l), c. diámetro (\emptyset) y b. volumen (cm^3).

3.2.11.3. Nutrientes de la raíz de nabo

El análisis de nutrientes se realizó en el Laboratorio de Suelos y Agua de la Facultad de Agronomía (UNAS), se utilizó ocho nabos/cada U.E, para poder determinar ciertos macronutrientes y micronutrientes, como: % de M.O, % N, % P_2O_5 , % Ca, % Mg, % Na, % K, Cu (ppm), Fe (ppm), Zn (ppm) y Mn (ppm).

3.2.11.4. Características físicas – químicas del suelo

Al finalizar el experimento, se tomó muestras de suelo de cada U.E de los diferentes tratamientos de los cuatro bloques y se llevó al Laboratorio de Análisis de Suelo de la Facultad de Agronomía (UNAS) se determinó: pH (1:1), %MO, %N, P (ppm) disponible, K (ppm) disponible, CIC (Capacidad de Intercambio de Cationes) suma de cationes, Ca^{2+} (Cmol(+)/kg), Mg^{2+} , (Cmol(+)/kg), Na^+ (Cmol(+)/kg), K^+ (Cmol(+)/kg), CICE.

3.2.11.5. Análisis económico de los tratamientos

La evaluación de la rentabilidad de los diferentes tratamientos en estudio, se realizará por el método "análisis comparativo de ingresos y costos de producción". El índice de rentabilidad (B/C) en cada tratamiento, se determinará: Relación B/C = Ingreso bruto/Costo producción). El ingreso bruto en todos los tratamientos, se determinará multiplicando los kg producidos/ha.

3.2.12. Ejecución del experimento

3.2.12.1. Obtención de semillas

Las semillas se compraron en la ciudad de Lima de la empresa Sierra SEEDS (RUC: 20603960417), se obtuvieron de las variedades comerciales de *Brassica* spp. (Nabo), preferentemente de *Brassica rapa* var. *rapa* o *Brassica napus* var. *napobrassica* o *Brassica napus* var. *rapifera*, teniendo en cuenta que 1 g de semilla contiene aproximadamente entre 400 a 600 semillas. Luego se realizó la germinación en bandejas germinadoras de 72 celdas color negro, en las cuales permaneció por un tiempo de 30 días, fecha que se realizó el trasplante. Para ello las plantas tenían dos pares de hojas.



Figura 6. Obtención de la semilla de nabo; a. sobre con semilla de nabo, b. mezcla de 5 sobres de semilla de nabo y c. siembra de semillas en bandejas germinadoras

3.2.12.2. Preparación del terreno

Se tomó en cuenta que el suelo debe ser ligero (Franco) y fértil (adecuado contenido de M.O), estuvo a pleno sol, con buen drenaje, se quitó las piedras grandes, los palos y otros trozos de basura de la zona de siembra. Se realizó el volteo y nivelación del terreno manualmente con el uso de la pala, azadón, machete y rastrillo.



Figura 7. Preparación del campo experimental: a. volteado de suelo y b. nivelación de suelo

3.2.12.3. Muestreo de suelo

Una vez preparado el terreno y antes de la siembra, se extrajo una muestra de suelo del terreno, para ellos se sacó unas 20 submuestras de suelo, que posteriormente se mezcló y se obtuvo 1 kg de suelo, que fue secado bajo sombra y mullido, para ser trasladado al laboratorio de Suelo y Agua de la Facultad de Agronomía (UNAS).

3.2.12.4. Siembra

La modalidad de siembra fue hacer plantines en bandejas germinadoras de 72 celdas, se realizó el trasplante cuando los platines tenían dos pares de hojas, aproximadamente después de 30 días de haber colocado las semillas en las bandejas. Se trasplanto a una profundidad de siembra de 5 cm, esta labor se realizó en horas de la tarde, antes de sembrar se humedeció el suelo, el distanciamiento de siembra fue 30 x 20 cm entre hilera y planta.



Figura 8. Siembra de plantines del cultivo de nabo.

3.2.12.5. Riegos

Después de la siembra, se roció con manquera a presión regularmente en la hilera agua, para evitar que el suelo se agriete, hasta que las plantas pequeñas se abran camino. Esta labor se realizó cada tres días, a medida que se desarrollaban las plántulas, y conforme se desarrollaban fue con una frecuencia de cada siete días. Las semanas que no se presentaba las lluvias, se mojó las hileras con agua todos los días, el suelo siempre se mantuvo húmedo garantizar un buen desarrollo del sistema de raíces.

3.2.12.6. Poda

Cuando las plantas alcanzaron una altura de entre 10 y 16 cm, se eliminaron a las más débiles, esta labor se realizó con bisturí

3.2.12.7. Aplicación de los productos biológicos

La primera aplicación del producto se realizó al momento que se observó el primer par de hojas, aproximadamente a los 15 días, luego se realizó a los 30 días después de la siembra, luego a los 45 días después de la instalación.

Tabla 9. Tiempo de aplicación de los productos de acuerdo a los tratamientos mencionados.

N° de Aplicaciones	Tiempo de aplicación
Primera aplicación	15 días
Segunda aplicación	30 días después de la siembra
Tercera aplicación	45 días después de la siembra



Figura 9. Aplicación de productos

3.2.12.8. Control de malezas

El control de malezas se realizó mediante el método manual, manteniendo las parcelas libres de malezas, evitando la competencia por luz, espacio y nutrientes. Se tuvo mucho cuidado al hacer el deshiero para no dañar las raíces del nabo, al

quitar las malezas con la mano o con un azadón, no se cortó demasiado profundo debido a que se pudo cortar algunas de las raíces del cultivo, esta labor se realizó cada vez que se observaba malezas.



Figura 10. Control de malezas del cultivo de nabo.

3.2.12.9. Cosecha

A los 75 días se realizó la cosecha de forma manual extrayendo toda la planta posteriormente se realizó el lavado y luego se separó las hojas del fruto por U.E de cada tratamiento y bloque para realizar las debidas evaluaciones.



Figura 11. Cosecha de nabo: a. cosecha en campo y b. raíces lavadas y sin hojas en gabinete

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura y número de hojas de las plantas

Las características de crecimiento en altura y número de hojas fueron sometidos al análisis de varianza (Tabla 10 y 11), los resultados de los cuadrados medios del análisis de varianza en función a la aplicación de enmienda microbiana (Bacthon), biorregulador (Tricho D) y mezcla de ambos productos. En todas las evaluaciones (30, 45, 60 y 90 días) se observa que no hay diferencias estadísticas en los bloques, debido que, el valor de probabilidad es mayor al planteado ($p > 0,05$) (Di Rienzo, 2008) significa que, todos los bloques son homogéneos, en las cuatro evaluaciones realizadas para altura de plantas y número de hojas, es probable que los bloques influyen en los resultados (Vargas, 1995). En los tratamientos, se observa diferencias estadísticas en las cuatro evaluaciones debido que el valor de probabilidad es menor al planteado ($p < 0,05$), (Di Rienzo, 2008) significa que al menos un tratamiento será diferente estadísticamente en las cuatro evaluaciones realizadas (Vargas, 1995), en cuanto al crecimiento en altura y número de hojas del cultivo de nabo. El coeficiente de variación (C.V) para altura de plantas se muestra menor al 10 % y en cuanto al número de hojas están en el rango de 10 a 20 %, los experimentos agrícolas se consideran bajos C.V cuando son inferiores al 10 %; Medio C.V ente 10 a 20 % (Pimentel 1985), estos valores del C.V indican, baja y media dispersión en las dos características evaluadas. El coeficiente de determinación (R^2) de altura de plantas fue 0,90; 0,91; 0,84 y 0,86, y numero de hojas fue 0,83; 0,68; 0,69 y 0,79. El coeficiente de variación se expresa en porcentaje, aunque también se puede expresar en cifras de 0 a 1, cuando más cerca de 1 sea el valor, mayor será la dependencia de las variables en estudio (Martínez, 2005), la dependencia de los tratamientos en altura es de 84 a 91 % y número de hojas es de 68 a 83 %, mostrado mayor efecto de los tratamientos en altura de plantas.

Al existir diferencias estadísticas en el análisis de varianza, hace necesario realizar la prueba de comparación de medias a través de la prueba de DGC ($\alpha = 0,05$) con la finalidad de determinar el tratamiento con mayor resultado (Tabla 12 y 13). Los resultados muestran mayor altura y número de hojas en el tratamiento T₄, donde la aplicación del tratamiento fue la mezcla de Bacthon y Tricho D, estadísticamente es diferente a todos los tratamientos en las evaluaciones de 30 y 75 días de evaluación para altura, también 60 y 75 días de evaluación para número de hojas. Asimismo, a los 45 días de evaluación, se observa mayor altura de plantas donde se suministró la mezcla de productos (T₄) y aplicación de Bacthon (T₂), estadísticamente son iguales; a los 60 días de evaluación mayor altura de plantas se obtuvo con aplicación de mezcla de productos (T₄), Bacthon (T₂) y Tricho-D (T₃) y se presentan iguales estadísticamente.

Tabla 10. Cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), del crecimiento en altura (cm) del cultivo de nabo evaluado cuatro veces hasta los 75 días después de la siembra, se evaluó desde el 19 de agosto hasta 4 de noviembre del 2021

Fuente de variación	GL	30 días		45 días		60 días		75 días					
		CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor				
Bloque	3	1,61	NS	0,2828	4,19	NS	0,1116	5,99	NS	0,2204	6,95	NS	0,2199
Tratamiento	3	26,16	S	0,0001	41,54	S	0,0001	46,32	S	0,0001	49,81	S	0,0013
Error experimental	9	1,08			1,57			3,36			3,89		
Total	15												
CV (%)		9,53			5,53			6,75			6,64		
R ²		0,90			0,91			0,84			0,83		

NS : No Significativo

S : Significativo

Tabla 11. Cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), en característica número de hojas/planta del cultivo de nabo evaluado cuatro veces hasta los 75 días después de la siembra. se evaluó desde el 19 de agosto hasta 4 de noviembre del 2021

Fuente de variación	GL	30 días		45 días		60 días		75 días					
		CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor				
Bloque	3	0,67	NS	0,4363	1,90	NS	0,4363	3,17	NS	0,3076	2,06	NS	0,3135
Tratamiento	3	9,00	S	0,0011	10,23	S	0,0212	12,00	S	0,0226	15,23	S	0,0031
Error experimental	9	0,67			1,90			2,28			1,51		
Total	15												
CV (%)		13,06			16,56			15,89			10,85		
R ²		0,83			0,68			0,69			0,79		

NS : No Significativo

S : Significativo

A los 30 días de evaluación se muestra mayor emisión de hojas con aplicación de mezcla de productos (T₄) y aplicación de Tricho-D (T₃) que además se muestran iguales estadísticamente y a los 60 días de evaluación el número de hojas es mayor con aplicación de mezcla de productos (T₄), aplicación de Tricho-D (T₃) y aplicación de Bacthon (T₂), estadísticamente son iguales. Con aplicación individual de Bacthon y Tricho-D, se observa valores de altura y número de hojas iguales estadísticamente en las evaluaciones de 30 y 75 días en altura y 75 días en número de hojas. También se observa que a los 60 días de evaluación el número de hojas fue iguales con aplicación de Bacthon, Tricho-D y testigo, además el tratamiento testigo se mostró menor en altura y número de hojas en todas las evaluaciones. Los resultados exteriorizan que la aplicación de los tratamientos tiene efecto positivo en altura de plantas del cultivo de nabo, cuando los productos enmienda microbiana (Bacthon) y biorregulador (Tricho D) es utilizado como mezcla, además cuando se aplican de forma individual, también presenta mayor altura vs el tratamiento testigo.

Según la ficha técnica de cada producto (Bacthon) favorece la asimilación de nutrientes del suelo, estimula la formación de raíces, favorece el vigor y desarrollo inicial del cultivo, favorece el balance nutricional en el cultivo, mejorando la tolerancia al ataque de plagas, entre otros (Saavedra, 2009).

Asimismo, Bacthon ayuda a mejorar el crecimiento de las plantas y sirve como una excelente herramienta para la producción sostenible en la agricultura orgánica (De la Vega, 2013), al utilizar los productos como mezcla, las plantas de nabo emitieron mayor número de hojas, estos resultados se generan debido a las características favorables para las plantas, debido a la contribución en la asimilación de materia orgánica y la mejora en la disponibilidad de los nutrientes y estimular la asimilación radicular, como es de conocimiento que la materia orgánica y minerales ayudan al desarrollo de las plantas (Julca et al., 2006).

La aplicación de Bacthon y Tricho-D, aplicados al cultivo de nabo en forma individual presentaron resultados similares en altura y número de hojas, a diferencia de aplicación como mezcla de los dos productos, que determino mayor altura y número de hojas, es decir los productos presentan mayor características (Figura 12), sin embargo se confirma que con aplicación de productos de forma individual o mezcla presentaron efecto positivo en altura y número de hojas comparado con el tratamiento testigo.

La aplicación de 1 L de Bacthon + 300g de Tricho-D + 100g de Micosplag con una frecuencia de 16 semanas con 100 % de fertilización mineral en cultivo de plátano, incrementa la altura del hijuelo comparado con el testigo (Lazo et al., 2017), resultados demuestran el efecto beneficioso de la aplicación de Bacthon + Tricho-D en altura de cultivos.

Tabla 12. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$), para altura (cm) del cultivo de nabo evaluado a los 75 días después de la siembra (media \pm error estándar). se evaluó desde el 19 de agosto hasta 4 de noviembre del 2021

30 días				45 días				60 días				75 días			
Trat.	Media	E.E	Sig.	Trat.	Media	E.E	Sig.	Trat.	Media	E.E	Sig.	Trat.	Media	EE	Sig.
T ₄	13,98	\pm 0,52	a	T ₄	25,40	\pm 0,63	a	T ₄	29,67	\pm 0,92	a	T ₄	33,60	\pm 0,99	a
T ₂	11,55	\pm 0,52	b	T ₂	24,54	\pm 0,63	a	T ₂	28,71	\pm 0,92	a	T ₂	30,28	\pm 0,99	b
T ₃	10,37	\pm 0,52	b	T ₃	22,59	\pm 0,63	b	T ₃	28,10	\pm 0,92	a	T ₃	29,86	\pm 0,99	b
T ₁	7,82	\pm 0,52	c	T ₁	18,17	\pm 0,63	c	T ₁	22,15	\pm 0,92	b	T ₁	25,03	\pm 0,99	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 13. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$), para número de hojas del cultivo de nabo evaluado a los 75 días después de la siembra (media \pm error estándar) se evaluó desde el 19 de agosto hasta 4 de noviembre del 2021

30 días				45 días				60 días				75 días			
Trat.	Media	E.E	Sig.												
T ₄	8,00	\pm 0,41	a	T ₄	10,00	\pm 0,69	a	T ₄	12,00	\pm 0,75	a	T ₄	13,75	\pm 0,61	a
T ₃	7,00	\pm 0,41	a	T ₃	9,00	\pm 0,69	a	T ₃	9,00	\pm 0,75	b	T ₃	11,50	\pm 0,61	b
T ₂	5,00	\pm 0,41	b	T ₂	8,00	\pm 0,69	a	T ₂	9,00	\pm 0,75	b	T ₂	11,00	\pm 0,61	b
T ₁	5,00	\pm 0,41	b	T ₁	6,25	\pm 0,69	b	T ₁	8,00	\pm 0,75	b	T ₁	9,00	\pm 0,61	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Leyenda

- T₁ (Testigo)
- T₂ (Bachthon)
- T₃ (Tricho D)
- T₄ (Bachthon + Tricho D)

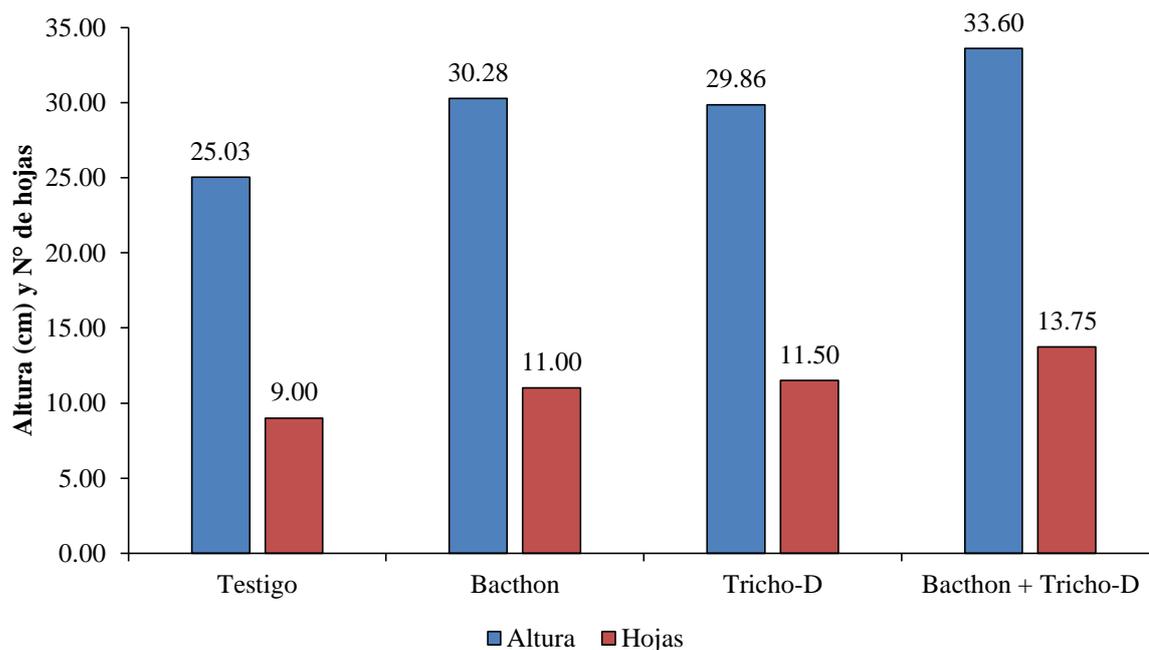


Figura 12. Altura (cm) y número de hojas del cultivo de nabo a los 75 días después de la siembra se evaluó desde el 19 de agosto hasta 4 de noviembre del 2021

Las evaluaciones confirman mayor crecimiento de las plantas con aplicación de los productos Bacthon y Tricho-D, siendo una enmienda microbiana y un biorregulador en las cuales generan características adecuadas para el crecimiento de las plantas de nabo (Julca *et al.*, 2006 y De la Vega, 2013), el mayor crecimiento (cm) en altura de plantas entre la primera y segunda evaluación posteriormente el crecimiento es lento, es decir, el mayor crecimiento en altura de planta se determinó hasta los 45 días después de la instalación. Asimismo, se determinó efecto positivo de los tratamientos comparado con el tratamiento testigo debido que las plantas del tratamiento testigo, siempre presentaron menor altura.

Se muestra que la variable dependiente (altura de planta) en función de la variable independiente (Días de evaluación), se ajusta a un modelo de predicción lineal positiva, debido que los valores de R-cuadrado (R^2) son cercanos a la unidad (Martínez, 2005), estos valores son: 0,9473, 0,9034, 0,9290 y 0,9255, correspondiente a los tratamientos T₁ (Testigo), T₂ (Bacthon), T₃ (Tricho-D) y T₄ (Bacthon + Tricho-D), significa que la dependencia es de 94,73; 90,34; 92,90 y 92,55 %, por efecto de los tratamientos en estudio, mostrando mayor relación en el tratamiento testigo; se determinó mayor tasa de crecimiento (cm) en altura cuando se aplicó la mezcla de Tricho-D más Bacthon, porque generó condiciones adecuadas para el crecimiento de las plantas.

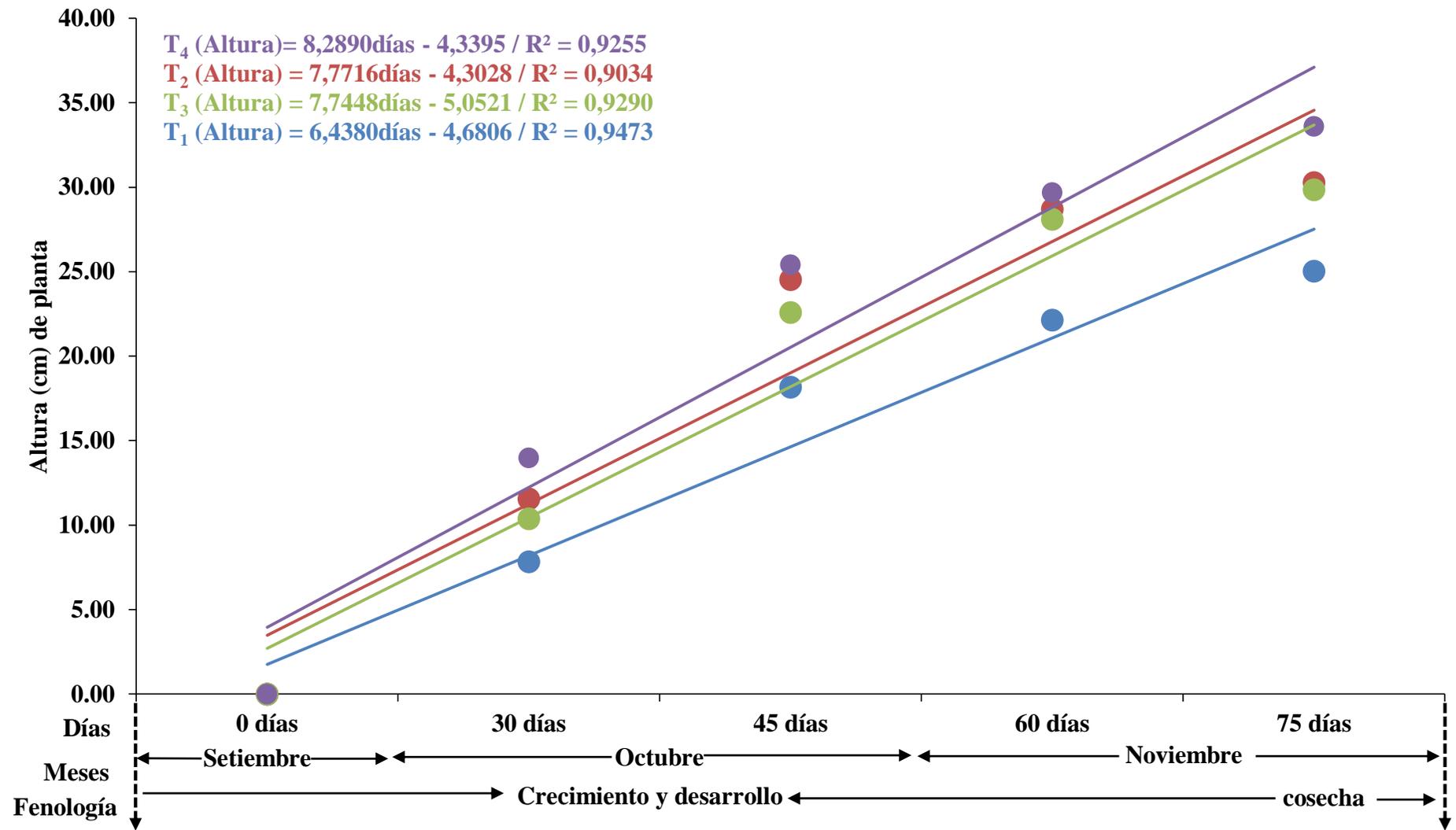


Figura 13. Líneas de regresión para características altura (cm) de plantas evaluados desde el 19 de agosto hasta el 4 de noviembre del 2021.

En segundo lugar, se muestra a la aplicación enmienda microbiana (Bacthon) y en tercer lugar se muestra la aplicación de biorregulador (Tricho D) y la menor altura de plantas se muestra sin aplicación de productos (Testigo), refieren que cuando el R-Cuadrado es cercano a la unidad hay una dependencia entre las variables en estudio Di Rienzo et al. (2008). Consecuentemente, podemos manifestar que el tamaño de plantas depende de la aplicación de enmienda microbiana y biorregulador, mostrando mayor efecto en la mezcla de ambos productos en estudio.

En cuanto al número de hojas (Figura 14), se determinó mayor emisión de hojas cuando se aplicó el producto como mezcla en todas las evaluaciones, con una tasa de crecimiento de 3,20 hojas/planta, los productos aplicados de manera independiente, las plantas emiten más hojas que el tratamiento testigo, sin embargo, con aplicación de Tricho-D la emisión de hojas fue mayor. Además, se determinó que la mayor emisión de hojas del cultivo es hasta los 45 días, posterior a los 45 días la emisión de hojas es menor. Se muestra que la variable dependiente (número de hojas) en función de la variable independiente (Días de evaluación), se ajusta a un modelo de predicción lineal positiva debido que los valores de R-cuadrado (R^2) es cercano a la unidad (Martínez, 2005), estos valores son: 0,8850; 0,9235; 0,8556 y 0,8591, correspondiente a los tratamientos T₁ (Testigo), T₂ (Bacthon), T₃ (Tricho-D) y T₄ (Bacthon + Tricho-D), significa que la dependencia fue 88,50; 92,35; 85,56 y 85,91 % mostrando mayor relación en el tratamiento T₂ Bacthon (Enmienda microbiana). Se muestra mayor número de hojas/planta en el tratamiento T₄ (Tricho D + Bacthon) significa que la mezcla entre biorregulador (Tricho D) más enmienda microbiana (Bacthon) tiene mayor efecto para la emisión de hojas del cultivo de nabo, en segundo lugar, el número de hojas está vinculado a la aplicación de biorregulador (Tricho D), en tercer lugar, el número de hojas está representado por la aplicación de enmienda microbiana (Bacthon) y el menor número de hojas se dio en el tratamiento testigo. Los resultados muestran que la aplicación de enmienda microbiana y biorregulador tienen efecto en cuanto al número de hojas/planta. Debido a que los cambios microbianos y los biorreguladores pueden afectar la actividad microbiana del suelo y la liberación de minerales que serán utilizados por las plantas, podemos clasificar la materia orgánica en inestable y estable. La materia orgánica volátil incluye las existencias de materia orgánica más fácilmente mineralizables que sirven fácilmente como sustratos para el metabolismo microbiano. Este componente orgánico se compone principalmente de ácidos orgánicos alifáticos, carbohidratos, aminoácidos (Derivados macromoleculares como proteínas y polipéptidos), polisacáridos, lípidos y otros compuestos orgánicos de bajo peso molecular (García, 2008).

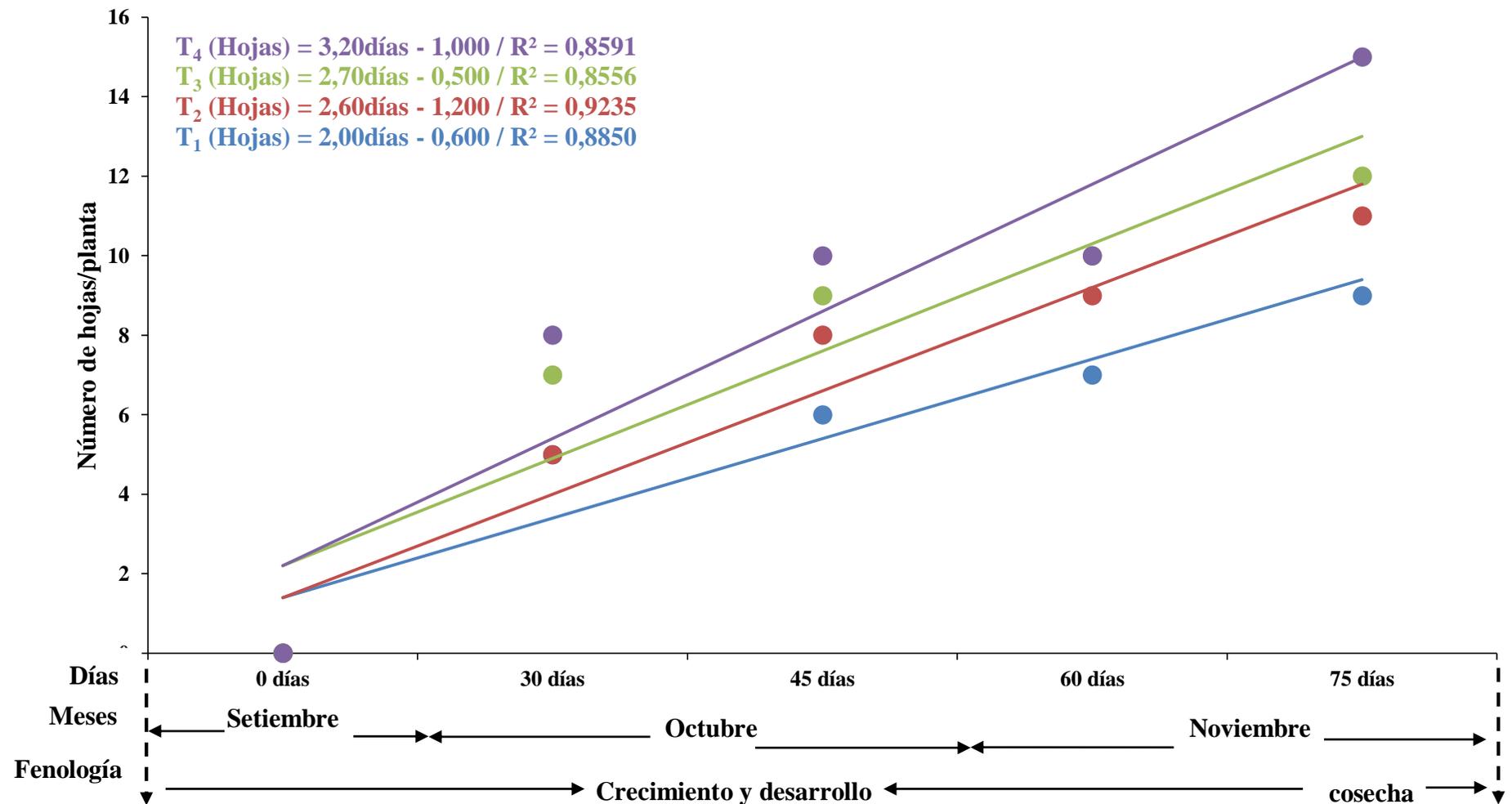


Figura 14. Línea de regresión lineal para características y número de hojas, con respecto a días de evaluación se evaluó desde el 19 de agosto hasta 4 de noviembre del 2021

4.2. Características físicas de la raíz del nabo, longitud (i), diámetro (\emptyset), volumen (cm^3), peso fresco (g), peso seco (g) y porcentaje de humedad (%)

Los resultados para longitud (l), diámetro (\emptyset), volumen (cm^3), peso fresco (g), peso seco (g) y porcentaje de humedad (%) de la raíz del nabo (Tabla 14), en los bloques se observa diferencias estadísticas en las características volumen y peso fresco de raíz, debido que el valor de probabilidad es menor al planteado ($\alpha = 0,05$) (Di Rienzo et al., 2008), significa que los bloques no influyen en los resultados, y no diferencias estadísticas en las características longitud, diámetro, pesos seco y porcentaje de humedad, debido que el valor de probabilidad es mayor al planteado ($p > 0,05$) (Di Rienzo et al., 2008), es probable que los bloques influyen en los resultados en las variables mencionadas. Los tratamientos se muestran estadísticamente diferentes en todas las evaluaciones, a excepción del porcentaje de humedad, significa que al menos un tratamiento será diferente (Vargas, 1995) y en porcentaje de humedad todos los tratamientos serán iguales estadísticamente. El C.V fue 6,40; 8,14; 17,80; 16,63; 15,98 y 24,23 %, para los experimentos agrícolas el C.V se consideran bajos cuando es inferiores al 10 %, medio cuando es de 10 a 20 % y alto de 20 a 30 % (Pimentel 1985), los resultados muestran bajo C.V en longitud y diámetro de raíces de nabo, valores medios de C.V en volumen, peso fresco y seco, y alto C.V en porcentaje de humedad. Los valores de R^2 fue 0,85; 0,89; 0,91; 0,93; 0,91 y 0,23. El R^2 se expresa en porcentaje, aunque también se puede expresar en cifras de 0 a 1, cuando más cerca de 1 sea el valor, mayor será la dependencia de las variables en estudio (Martínez, 2005), el mayor efecto de los tratamientos se observa en longitud, diámetro, volumen, pesos fresco y seco con 85, 89, 91, 93 y 91 % y solo el 23 % de relación en la variable porcentaje de humedad y 77 % por otros factores.

Al existir diferencias estadísticas en el análisis de varianza, fue necesario realizar la prueba DGC ($\alpha = 0,05$), a excepción de la variable porcentaje de humedad que no muestra diferencias estadísticas en los tratamientos (Tabla 15), los mejores resultados se observan con la aplicación de mezcla de productos, enmienda microbiana (Bacthon) y biorregulador (Tricho-D) en las cinco características evaluadas, además, estadísticamente es diferente a los demás tratamientos, en segundo lugar se observa mejores resultados con la aplicación de Tricho-D y Bacthon, estadísticamente son iguales y diferentes al tratamiento testigo quien determina menores valores en los resultados de las cinco características, también se determinó, en la variable peso seco con aplicación de Bacthon no muestra efecto positivo debido que el valor fue igual al testigo estadísticamente. La rizósfera es la región entre las raíces y el suelo donde tienen lugar muchas interacciones entre microorganismos e invertebrados, que afectan los ciclos biogeoquímicos, el crecimiento y la tolerancia al estrés de las plantas.

Tabla 14. Cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para las características longitud (i), diámetro (\emptyset), volumen (cm^3), peso fresco (g), peso seco (g) y porcentaje de humedad (%) de raíz del nabo evaluado a los 75 días después de la siembra se evaluó desde el 19 de agosto hasta 4 de noviembre del 2021

Fuente de variación	GL	Longitud		Diámetro		Volumen		Peso fresco		Peso seco		% humedad							
		CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor						
Bloque	3	26,78	NS	0,15	29,86	NS	0,17	593,20	S	0,03	482,50	S	0,03	14,52	NS	0,58	87,99	NS	0,64
Tratamiento	3	167,70	S	0,00	317,20	S	0,00	3152,00	S	0,00	3577,00	S	<0,00	661,20	S	<0,00	45,09	NS	0,82
Error	9	11,68			14,03			125,40			102,20			20,97			149,40		
Total	15																		
CV (%)		6,40			8,14			17,80			16,63			15,98			24,23		
R ²		0,85			0,89			0,91			0,93			0,91			0,23		

NS : No Significativo

S : Significativo

Tabla 15. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$), para las características longitud, diámetro, volumen, peso fresco, peso seco y porcentaje de humedad de raíz del nabo evaluado a los 75 días después de la siembra (media \pm error estándar) se evaluó desde el 19 de agosto hasta 4 de noviembre del 2021

Longitud				Diámetro				Volumen				Peso fresco				Peso seco			
Trat.	\bar{X}	E.E	Sig.																
T ₄	62,09	$\pm 1,71$	a	T ₄	56,65	$\pm 1,87$	a	T ₄	99,69	$\pm 5,60$	a	T ₄	99,85	$\pm 5,05$	a	T ₄	45,28	$\pm 2,29$	a
T ₃	53,45	$\pm 1,71$	b	T ₃	48,63	$\pm 1,87$	b	T ₃	66,56	$\pm 5,60$	b	T ₃	65,32	$\pm 5,05$	b	T ₃	31,63	$\pm 2,29$	b
T ₂	51,58	$\pm 1,71$	b	T ₂	43,29	$\pm 1,87$	b	T ₂	52,19	$\pm 5,60$	b	T ₂	48,69	$\pm 5,05$	b	T ₂	21,95	$\pm 2,29$	c
T ₁	46,55	$\pm 1,71$	c	T ₁	35,51	$\pm 1,87$	c	T ₁	33,19	$\pm 5,60$	c	T ₁	29,32	$\pm 5,05$	c	T ₁	15,78	$\pm 2,29$	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Leyenda

T₁ (Testigo)

T₂ (Bachthon)

T₃ (Tricho D)

T₄ (Bachthon + Tricho D)

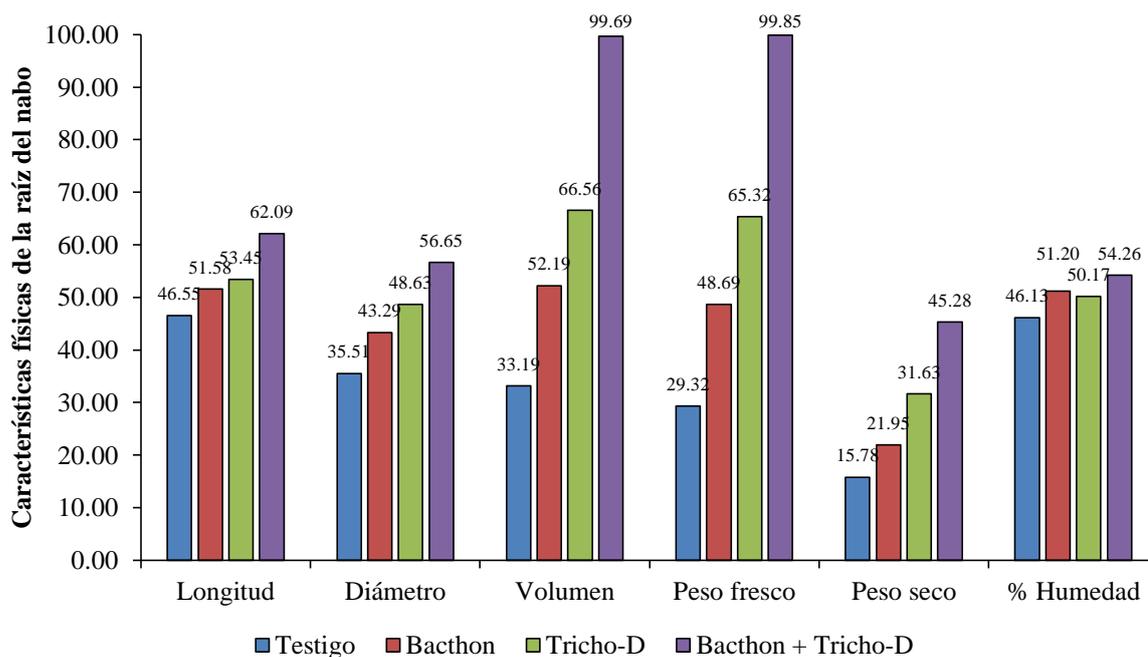


Figura 15. Características físicas de la raíz del nabo evaluado a los 75 días después de la siembra se evaluó desde el 19 de agosto hasta 4 de noviembre del 2021

La ecología de una región está determinada por una combinación de factores como la estructura física de la matriz del suelo, la distribución espacial y temporal de los sedimentos de la rizosfera y el papel de las raíces como sumideros de agua y nutrientes (Montiel, 2016) y por ende se presenta los mejores resultados con aplicación de estos productos. La aplicación de los tratamientos T₂ (Bacthon “Enmienda microbiana”), T₃ (Tricho-D “Bioregulador”) y T₃ (Mezcla de los dos productos) tiene efecto positivo en longitud, diámetro, volumen y peso de raíz de nabo, ya que, muestra mayores valores comparado con el tratamiento T₁ (Testigo).

Los resultados muestran que la aplicación de productos en mezcla (Enmiendas microbianas “Bacthon” + biorreguladores “Tricho-D”), incrementa la longitud, diámetro, volumen, peso fresco y seco y porcentaje de humedad de raíz de nabo, los valores promedios son 62,09 mm, 56.65 mm, 99,69 cm³, 99,85 g, 45,28 g y 54,26 % respectivamente vs el tratamiento testigo (Figura 15), según el proceso de producción, la composición química de las enmiendas orgánicas es su variación, además de la duración del proceso, la actividad biológica y el tipo de material utilizado aumentara significativamente el rendimiento (Pérez et al., 2008).

El Bacthon es una enmienda microbiana que mejora el suelo agrícola gracias a las bacterias nitrificantes, enzimas proteolíticas y celulolíticas, que son promotores del crecimiento de las raíces de las plantas, también ayuda a aumentar la materia orgánica del suelo, aumenta la disponibilidad de nutrientes y estimula la absorción de nutrientes por las

raíces y plantas productivas, presentan ventajas en la mejora del rendimiento de frutos (Serfi, 2021), aplicando 20 t/ha de MO + 300 g/ha de Tricho-D + 1 L/ha de Bacthon), obtuvo el mejor rendimiento en el cultivo de quinua. Las enmiendas microbianas, mejoran las características físicas del suelo aportando materia orgánica, disminuyen la compactación del suelo y aportan también nutrientes, y el bio regulador, actúa como acondicionador de suelo y bioestimulante (Osorio, 2019), las enmiendas microbianas y bio reguladores también componen aminoácidos, estos aminoácidos intervienen en un proceso tan importante para las plantas como es la regulación de su crecimiento y desarrollo, facilitando la correcta absorción de los nutrientes (González et al., 2014).

En las cuales las plantas de nabo aprovechan los beneficios que son compuestos orgánicos (Azúcares, aminoácidos), y como resultado se obtuvo mayor longitud, diámetro, volumen y peso de raíces (Menge y Kirkby, 2000), los aminoácidos hacen parte de los procesos fisiológicos de las plantas (Azcón y Talón, 2008), pueden formar complejos unidos químicamente a los minerales del suelo mediante un movimiento activo en la planta por balance de cargas en las paredes celulares y facilita la absorción de nutrientes tanto a nivel foliar como radicular (Carbonero, 1984).

Razones por las cuales se determinó mejores resultados en nuestro experimento. Las raíces del nabo, no creció adecuadamente porque el medio no es adecuado, probablemente por un inadecuado contenido de agua, oxígeno, nutrientes, espacios porosos entre otros (González et al., 2014) la aplicación de los productos de forma individual mejora las condiciones del medio, sin embargo la acción conjunta de los dos productos, usados como mezcla, ofrecen una mejor relación en las cuales su función es mejorar el suelo y en condiciones adecuadas de agua, nutrientes, oxígeno, porosidad entre otros, las plantas tienen mejor desarrollo.

4.3. Contenido de nutrientes de raíz de nabo

En cuanto al contenido de nutrientes de nabo por efecto de la aplicación de enmienda microbiana (Bacthon), bio regulador (Tricho D) y mezcla de ambos productos fueron sometidos al análisis de varianza (Tabla 16), se observa que no hay diferencias estadísticas en los bloques, en las evaluaciones de M.O %, N %, P₂O₅ ppm, Ca Cmol(+)/kg, Mg Cmol(+)/kg, Na Cmol(+)/kg, K Cmol(+)/kg, Zn ppm y Mn ppm debido que el valor de probabilidad es mayor al planteado ($p > 0,05$) (Di Rienzo et al., 2008), significa que los bloques estarían influenciado en los resultados, debido que, deberían ser heterogéneos (Lara, 2001), sin embargo se observa

diferencias estadísticas en el contenido de Cu, Fe, significa que al menos un bloque será diferente estadísticamente (Vargas, 1995) .

Los tratamientos muestran diferencias estadísticas en N %, P₂O₅ ppm, Mg Cmol(+)/kg, Na Cmol(+)/kg, K Cmol(+)/kg, Cu ppm, Fe ppm y Mn ppm, porque el valor de probabilidad es menor al planteado ($p < 0,05$) (Di Rienzo et al., 2008), esto significa que al menos un tratamiento será diferente estadísticamente (Vargas, 1995), y los elementos M.O y Ca no presentan diferencias estadísticas, debido que los valores de probabilidad son mayores al planteado ($p > 0,05$) (Di Rienzo et al., 2008), significa que todos los tratamientos son iguales estadísticamente (Vargas, 1995). El C.V se presenta menor al 5 %, a excepción de análisis de Mg Cmol(+)/kg que obtuvo un valor de 19,05 %. Para los experimentos agrícolas los C.V se consideran bajos cuando son inferiores al 10 % y medios de 10 - 20 % (Pimentel 1985), significa que el contenido de nutrientes presenta baja y media variación. Respecto al R², la menor relación se muestra entre el porcentaje de M.O y Ca con valores de 0,47 y 0,39, significa que la relación de estas variables es menos del 50 %, a diferencia de los demás nutrientes que muestran una relación de 0,80 a 0,99. El R² se expresa en porcentaje, aunque también se puede expresar en cifras de 0 a 1, cuando más cerca de 1 sea el valor, mayor será la dependencia de las variables en estudio (Martínez, 2005), los resultados muestran que solo el 47 y 39 % de M.O y Ca es por efecto de los tratamientos y entre el 80 y 99 % la relación de ellos demás nutrientes en estudio.

Para especificar las diferencias estadísticas del ANVA genera, se realizó la prueba de DGC (Tabla 17), con la aplicación de productos en mezcla (Bacthon + Tricho-D), se determinó mayor contenido de N %, P₂O₅ ppm, Mg Cmol(+)/kg, Na Cmol(+)/kg, K Cmol(+)/kg, Cu ppm, Fe ppm y Mn ppm, asimismo, se muestra estadísticamente diferente a los demás tratamientos, a diferencia del contenido de M.O %, Ca Cmol(+)/kg y Zn ppm donde los tratamientos son iguales estadísticamente a excepción del Zn que se muestra diferente al testigo. Cuando los productos se aplicaron de forma individual estadísticamente se muestran iguales en los análisis de P₂O₅ ppm, Mg Cmol(+)/kg, Na Cmol(+)/kg, K Cmol(+)/kg, Zn ppm y Mn ppm; sin embargo, con aplicación de Tricho-D se determinó mayor contenido de N % y con aplicación de Bacthon, Cu ppm y Fe ppm. Asimismo, se determinó menor contenido de minerales en el tratamiento testigo.

Según su ficha técnica, Tricho-D es considerado un agente biotecnológico que actúa como antagonista de diversos problemas del suelo que dañan raíces y plantas, mejora la formación de raíces, frena los efectos de enfermedades en suelo y plantas para suelos y cultivos sanos futuras raíces culturales.

Tabla 16. Cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para contenido de nutrientes de la raíz del cultivo de nabo se evaluó desde el 4 de noviembre hasta el 5 de diciembre del 2021

Fuente de variación		Boque	Tratamiento	Error experimental	C.V (%)	R ²
GL		3	3	9		
% M.O	CM	8,12	2,73	4,06	2,63	0,47
		NS	NS			
	p-valor	0,18	0,59			
% N	CM	0,00	0,21	0,01	2,94	0,91
		NS	S			
	p-valor	0,69	0,00			
% P ₂ O ₅	CM	0,00	0,12	0,00	1,63	0,98
		NS	S			
	p-valor	0,05	<0,00			
% Ca	CM	0,01	0,01	0,01	8,12	0,39
		NS	NS			
	p-valor	0,49	0,43			
% Mg	CM	0,00	0,00	0,00	19,05	0,84
		NS	S			
	p-valor	0,44	0,00			
% Na	CM	0,00	0,00	0,00	3,91	0,80
		NS	S			
	p-valor	0,09	0,00			
% K	CM	0,00	0,00	0,00	1,12	0,98
		NS	S			
	p-valor	0,19	<0,00			
Cu ppm	CM	0,01	0,17	0,00	2,65	0,98
		S	S			
	p-valor	0,01	<0,00			
Fe ppm	CM	0,23	99,37	0,20	3,96	0,99
		S	S			
	p-valor	0,01	<0,00			
Zn ppm	CM	0,01	0,37	0,02	2,63	0,87
	F	NS	S			
	p-valor	0,57	0,00			
Mn ppm	CM	0,00	1,27	0,01	1,81	0,98
	F	NS	S			
	p-valor	0,77	<0,00			

S : Significativo
NS : No significativo

El Tricho-D también actúa como acondicionador del suelo y bioestimulante mineral para las plantas (Serf, 2021), la composición del producto favorece la calidad del cultivo de nabo, debido que las raíces se beneficiaron y se determinó mayor longitud (l), diámetro (\emptyset), volumen (cm³), y peso (g) comparado con las raíces de los nabos donde no se aplicó el producto. La aplicación de Bacthon, Tricho-D y Micosplag determino efecto favorable en la producción de plátano var. *valery*, esto se debe a la acción de los microorganismos eficientes presentes en estos bioproductos, las *Trichodermas* son un microorganismo asociativo multifuncional, puede lograr efectos bioestimulantes y de biocontrol beneficiosos para las

plantas (Lazo, 2017), estos hongos son oportunistas, pues se relacionan con las raíces de las plantas con el fin de obtener su propio beneficio. El principal beneficio que pueden aportar las *Trichodermas* a la planta es su protección frente al ataque de otros hongos, pues se alimentan de ellos. Otras funciones de las *Trichodermas* en la planta es la estimulación de las raíces para aumentar su capacidad de adquirir nutrientes (Starobinsky et al., 2021).

Tabla 17. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$), para contenido de nutrientes de raíz de nabo (media \pm error estándar) se evaluó desde el 4 de noviembre hasta el 5 de diciembre del 2021

	Tratamiento	T ₁	T ₄	T ₂	T ₃
% M.O	$\bar{x} \pm E.E$	77,35 \pm 1,01	77,24 \pm 1,01	76,48 \pm 0,01	75,56 \pm 1,01
	Sig.	a	a	a	a
% N	Tratamiento	T ₄	T ₃	T ₂	T ₁
	$\bar{x} \pm E.E$	3,09 \pm 0,04	2,92 \pm 0,04	2,76 \pm 0,04	2,60 \pm 0,04
	Sig.	a	b	c	d
% P ₂ O ₅	Tratamiento	T ₄	T ₃	T ₂	T ₁
	$\bar{x} \pm E.E$	1,90 \pm 0,01	1,72 \pm 0,01	1,68 \pm 0,01	1,49 \pm 0,01
	Sig.	a	b	b	c
% Ca	Tratamiento	T ₃	T ₂	T ₄	T ₁
	$\bar{x} \pm E.E$	0,98 \pm 0,04	0,97 \pm 0,04	0,96 \pm 0,04	0,89 \pm 0,04
	Sig.	a	a	a	a
% Mg	Tratamiento	T ₄	T ₃	T ₂	T ₁
	$\bar{x} \pm E.E$	0,02 \pm 0,00	0,013 \pm 0,00	0,01 \pm 0,00	0,01 \pm 0,00
	Sig.	a	b	b	b
% Na	Tratamiento	T ₄	T ₃	T ₂	T ₁
	$\bar{x} \pm E.E$	0,08 \pm 0,00	0,073 \pm 0,00	0,073 \pm 0,00	0,07 \pm 0,00
	Sig.	a	b	b	b
% K	Tratamiento	T ₄	T ₃	T ₂	T ₁
	$\bar{x} \pm E.E$	0,32 \pm 0,00	0,30 \pm 0,00	0,30 \pm 0,00	0,28 \pm 0,00
	Sig.	a	b	b	c
Cu ppm	Tratamiento	T ₄	T ₂	T ₃	T ₁
	$\bar{x} \pm E.E$	1,43 \pm 0,02	1,25 \pm 0,02	1,04 \pm 0,02	0,98 \pm 0,02
	Sig.	a	b	c	d
Fe ppm	Tratamiento	T ₄	T ₂	T ₃	T ₁
	Media	16,37 \pm 0,22	13,78 \pm 0,22	9,92 \pm 0,22	4,92 \pm 0,22
	Sig.	a	b	c	d
Zn ppm	Tratamiento	T ₃	T ₂	T ₄	T ₁
	$\bar{x} \pm E.E$	5,49 \pm 0,07	5,43 \pm 0,07	5,25 \pm 0,07	4,82 \pm 0,07
	Sig.	a	a	a	b
Mn ppm	Tratamiento	T ₄	T ₂	T ₃	T ₁
	$\bar{x} \pm E.E$	5,82 \pm 0,05	5,43 \pm 0,05	4,98 \pm 0,05	4,52 \pm 0,05
	Sig.	a	a	a	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

T₁ (Testigo)
T₂ (Bacthon)
T₃ (Tricho D)
T₄ (Bacthon + Tricho D).

Las enmiendas microbianas aplicadas al suelo ayudan a mejorar el contenido nutricional del suelo, la tolerancia al estrés abiótico y/o los rasgos de calidad del cultivo, independientemente de su contenido de nutrientes (Vásquez et al., 2020). Los bioestimulantes es todo producto conformado por organismos vivos, extractos o compuestos derivados de ellos, utilizados para el control de plagas y enfermedades que afectan la producción agrícola, promueven el crecimiento a la vez que incrementan la tolerancia frente a algún tipo de estrés abiótico, mejora distintos rasgos de calidad del cultivo, como el valor nutricional, el contenido de proteína del grano, la vida útil, etcétera, muchos bioestimulantes aportan nutrientes (Starobinsky et al., 2021), la aplicación de Tricho D y Bacthon mejora la estabilidad de los cultivos agrícolas (Osorio et al. 2020), el uso de Bacthon favorece al rendimiento de los cultivos, (Delgado, 2017), hasta en 16,94 t/ha y con la interacción entre Bacthon con Tricho-D el incremento fue de 20,64 t/ha. Las enmiendas microbianas enriqueces a los suelos y mejora la calidad y rendimiento de del cultivo, permitiendo obtener un mayor rendimiento (Damián et al., 2018), nuestro experimento concuerda con las referencias, debido que la calidad del cultivo de nabo está en función de la combinación de los productos.

4.4. Características físicas – químicas del suelo

Los resultados de los cuadrados medios del análisis de varianza realizado a las propiedades físicas-químicas de suelo en función a la aplicación de enmienda microbiana (Bacthon), biorregulador (Tricho D) y mezcla de ambos (Tabla 18). Se observa diferencias estadísticas en los bloques cuando se analizó K (ppm), CIC, Ma Cmol(+)/kg, K Cmol(+)/kg, Na Cmol(+)/kg y CICE debido que el valor de probabilidad es menor al planteado ($p < 0,05$) (Di Rienzo, 2008), los bloques no intervienen en los resultados debida a su heterogeneidad (Lara, 2001), no diferencias estadísticas se determinó en pH, M.O, P y Ca^{+2} debido que el valor de probabilidad es mayor al planteado ($P > 0,05$) (Di Rienzo et al., 2008), significa que los bloques son homogéneos (Lara, 2001), es probable que los bloques influyan en los resultados, debido que estadísticamente son iguales (Vargas, 1995). Respecto a los tratamientos se, determinó diferencias estadísticas en todos los parámetros analizados, debido que, el valor de probabilidad es menor al planteado ($p < 0,05$) (Di Rienzo et al., 2008), significa que al menos un tratamiento será diferente estadísticamente (Vargas, 1995). El C.V se presenta con valores menores a 10 %, significa baja dispersión de las variables en estudio (Pimentel, 1985). El R^2 es en estas variables es mayor al 0,90 a excepción de pH que muestra un valor de 0,86, El R^2 se expresa en porcentaje, aunque también se puede expresar en cifras de 0 a 1, cuando más cerca de 1 sea el valor, mayor será la dependencia de las variables en estudio (Martínez, 2005).

Tabla 18. Cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para análisis fisicoquímico del suelo evaluado a los 75 días después de la siembra del nabo se evaluó desde el 4 de noviembre hasta el 5 de diciembre del 2021

Fuente de variación		Bloque	Tratamiento	Error experimental	C.V (%)	R ²
GL		3	3	9		
pH (1:1)	CM	0,02	0,31	0,02	2,16	0,86
		NS	S			
	p-valor	0,31	0,00			
% M.O	CM	0,01	0,36	0,00	1,97	0,98
		NS	S			
	p-valor	0,07	<0,00			
ppm P	CM	0,03	9,02	0,01	1,54	0,99
		NS	S			
	p-valor	0,10	<0,00			
ppm K	CM	49,98	2679,33	11,67	3,22	0,99
		S	S			
	p-valor	0,04	<0,00			
CIC	CM	0,10	5,30	0,02	1,84	0,99
		S	S			
	p-valor	0,01	<0,00			
Ca ²⁺	CM	0,05	3,36	0,01	2,07	0,99
		NS	S			
	p-valor	0,06	<0,00			
Mg ²⁺	CM	0,00	0,09	0,00	2,56	0,98
		S	S			
	p-valor	0,03	<0,00			
K ⁺	CM	0,00	0,01	0,00	2,25	0,99
		S	S			
	p-valor	<0,00	<0,00			
Na ⁺	CM	0,00	0,00	0,00	10,35	0,94
		S	S			
	p-valor	0,02	<0,00			
CICe	CM	0,11	5,29	0,02	1,80	0,99
		S	S			
	p-valor	0,02	<0,00			

NS : No Significativo

S : Significativo

Ante la existencia de diferencias estadísticas, se procedió a realizar el análisis de comparación, a través de la prueba de DGC ($\alpha = 0,05$), con la finalidad de profundizar las diferencias existentes respecto al incremento de algunas propiedades físicas-químicas del suelo por efecto de la aplicación de enmienda microbiana y biorregulador (Tabla 19). Mayor contenido de nutrientes del análisis de suelo se muestra con aplicación en mezcla, también, se muestra estadísticamente diferente a los demás tratamientos. Con aplicación individual de los productos, se determinó mejores resultados con aplicación de Tricho-D a excepción del pH que estadísticamente se muestra iguales. Sin embargo, se determinó que con aplicación de Bacthon

también se tiene mejores resultados comparado con el tratamiento testigo, además, el tratamiento testigo mostro mejores resultados en todas las características analizadas.

Tabla 19. Prueba de DGC ($\alpha = 0,05$), análisis fisicoquímico de suelo (media \pm error estándar) se evaluó desde el 4 de noviembre hasta el 5 de diciembre del 2021

	Tratamiento	T ₄	T ₃	T ₁	T ₂
pH (1:1)	$\bar{x} \pm E.E$	6,62 \pm 0,07	6,15 \pm 0,07	6,14 \pm 0,07	5,97 \pm 0,07
	Sig.	a	b	b	b
% M.O	$\bar{x} \pm E.E$	2,82 \pm 0,02	2,63 \pm 0,02	2,47 \pm 0,02	2,11 \pm 0,02
	Sig.	a	b	c	d
ppm P	$\bar{x} \pm E.E$	8,51 \pm 0,05	6,80 \pm 0,05	5,57 \pm 0,05	5,17 \pm 0,05
	Sig.	a	b	c	d
ppm K	$\bar{x} \pm E.E$	137,69 \pm 1,71	116,33 \pm 1,71	87,93 \pm 1,71	82,09 \pm 1,71
	Sig.	a	b	c	d
CIC	$\bar{x} \pm E.E$	8,35 \pm 0,06	7,45 \pm 0,06	6,63 \pm 0,06	5,66 \pm 0,06
	Sig.	a	b	c	d
Ca²⁺	$\bar{x} \pm E.E$	6,81 \pm 0,06	6,13 \pm 0,06	5,43 \pm 0,06	4,68 \pm 0,06
	Sig.	a	b	c	d
Mg²⁺	$\bar{x} \pm E.E$	1,15 \pm 0,01	1,02 \pm 0,01	0,97 \pm 0,01	0,79 \pm 0,01
	Sig.	a	b	c	d
K⁺	$\bar{x} \pm E.E$	0,27 \pm 0,00	0,21 \pm 0,00	0,16 \pm 0,00	0,14 \pm 0,00
	Sig.	a	b	c	d
Na⁺	$\bar{x} \pm E.E$	0,12 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00	0,07 \pm 0,00	0,06 \pm 0,00
	Sig.	a	b	c	c
CICe	$\bar{x} \pm E.E$	8,35 \pm 0,06	7,44 \pm 0,06	6,63 \pm 0,06	5,66 \pm 0,06
	Sig.	a	b	c	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

T₁ (Testigo)
T₂ (Bacthon)
T₃ (Tricho D)
T₄ (Bacthon + Tricho D)

En todas las evaluaciones se determinó que la aplicación de productos en mezcla están los mejores resultados. Estos productos son compuesto microbio especialmente indicado para mejorar las condiciones fisicoquímicas y biológicas del suelo, favoreciendo el desarrollo y sanidad de los cultivos proporcionado unas mejores condiciones efectivas. Mejora la estructura del suelo y aireación. Estimula y fortalece el crecimiento radicular de las plantas potenciando la actividad microbiana y favoreciendo la asimilación de nutrientes (Pedraza et al.,

2010). El análisis inicial de suelo (Tabla 1) determinan que el porcentaje de M.O está por encima de 2 %, valor que favorece para la proliferación de microorganismos, con la aplicación de productos, descomponen la M.O del suelo y liberan carbohidratos, ligninas y proteína, dióxido de carbono y la formación de humus la cual está conformado por muchos nutrientes, además los microbios pueden atrapar nitrógeno del suelo, asimismo mejoran su estructura, y mejoran la capacidad de retención de nutrientes y agua de suelos (Beltrán et al., 2017). Acciones que favorecen las condiciones físicas – químicas del suelo y por ende mejora la calidad del nabo en longitud, diámetro, volumen y peso. El uso de nutrición mineral basados en microbios es una parte importante de la agroecología, pero solo es posible si se comprende la actividad microbiana y sus efectos en las propiedades del suelo y las plantas (Rocha et al., 2015), cumpliendo un papel importante para las plantas, debido al contenido de bacterias benéficas que contienen, ya que al asociarse con ellas las plantas les permiten aumentar su crecimiento y desarrollo (Cruz, 2011) debido que las bacterias del suelo, son capaces de producir unas sustancias llamadas hormonas vegetales, siendo las bacterias que se adhieren a las raíces de las plantas produce una hormona que estimula su crecimiento, es decir, las bacterias contribuyen al óptimo crecimiento de las raíces que se extienden por el suelo (Pérez, 2017), bajo su influencia de las bacterias es un nuevo nicho que aprovechar, una fuente inagotable de sustancias exudadas por las raíces, aminoácidos, proteínas y enzimas, azúcares, ácidos orgánicos y vitaminas, entre otros (Holguín, 2008), al alimentarse de bacterias se estimula su crecimiento y, por lo tanto, la tasa de descomposición de la materia orgánica en el suelo. Además, los protozoarios son una importante fuente de alimento para otros organismos del suelo (Julca et al., 2006) referencias que justifican el incremento de nutrientes en el suelo comparado con el tratamiento testigo.

4.5. Análisis económico de los tratamientos

Consiste en determinar los costos incurridos en la producción de nabo, para los cálculos de beneficios se consideró un precio de venta de 8 soles/kilo (Tabla 20), se muestra el análisis de beneficio costo (B/C) de los tratamientos en estudio en la producción de nabo/ha, de acuerdo a las evaluaciones realizadas, el tratamiento en estudio con mayor peso fue el T₄ (Bacthon + Tricho D), seguido del tratamiento T₃ (Tricho D), en comparación a los demás tratamientos en estudio. Por lo tanto, es importante resaltar la relación de beneficio y costo de los tratamiento T₄ y T₃, debido que, se obtiene mejor índice de rentabilidad, con un índice de relación de costo beneficio (C/B) de 1,93 y 1,37 soles respectivamente, siendo un valor mayor a 1; por lo tanto, el valor de los beneficios es mayor a los costos del proyecto, es decir que los

ingresos es mayor a los egresos, por lo que se puede llegar a afirmar que por cada sol invertido, se obtendrá un retorno del capital invertido y una ganancia de 0,93 y 0,37 soles, a diferencia de los demás tratamientos, donde se muestra perdida. La diferencia se debe a cada tratamiento en estudio (peso de cada raíz de nabo). El precio fue igual para todos los tratamientos.

Tabla 20. Análisis de beneficio y costo de los tratamientos en estudio.

Trat.	Costo de producción/ha										
	LT	Arado	SP	Mant.	Enmienda	C.T	kg/ha	I. B.	U	B/C	I. R.
T ₁	1250	2947,24	1178,89	2166,67	0	7542,8	610,83	4886,65	-2656,15	0,65	-0,35
T ₂	1250	2947,24	1178,89	2166,67	700	8242,8	1014,37	8114,97	-127,83	0,98	-0,02
T ₃	1250	2947,24	1178,89	2166,67	400	7942,8	1360,83	10886,62	2943,82	1,37	0,37
T ₄	1250	2947,24	1178,89	2166,67	1100	8642,8	2080,20	16641,60	7998,80	1,93	0,93

T₁: Testigo

T₂: Bacthon

T₃: Tricho D

T₄: Bacthon + Tricho D

TL: Limpieza de tratamiento

SP: Siembra de plantines

C.T: Costo total

I.B: Ingreso bruto

U: utilidad

B/C: Beneficio costo

I.R: Índice de rentabilidad

V. CONCLUSIÓN

1. Se mostro mayor altura (cm) y número de hojas del nabo, con la aplicación de mezcla de los productos tratamiento T₄ (Bacthon + Tricho D) comparado con los demás tratamientos.
2. Las características físicas de nabo, se determinó mayor peso fresco (g), pero seco (g), porcentaje de humedad, longitud (l), diámetro (Ø) y volumen (cm³) de raíz de nabo con la aplicación de mezcla de productos (Bacthon + Tricho D).
3. La composición de nutrientes fue mayor con la aplicación de biorregulador (Tricho D), y la enmienda microbiana (Bacthon), mostrando mayor efecto con la mezcla de productos (Bacthon + Tricho D).
4. Las características físicas-químicas del suelo, tuvo un efecto positivo con la aplicación del biorregulador Tricho D, y la enmienda microbiana (Bacthon), mostrando mayor efecto con la mezcla de los productos (Bacthon + Tricho D).
5. El tratamiento T₄ (Bacthon + Tricho D) obtuvo mejor rentabilidad al realizar el análisis de beneficio y costo (B/C) fue 1,93 soles, es decir, por cada sol invertido, se obtendrá un retorno del capital invertido y una ganancia de 0,93 soles.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

De acuerdo a los resultados se recomienda:

1. Realizar trabajos de investigación en nabo, probando diferentes dosis de Tricho-D con Bacthon en combinación con diferentes dosis y fuentes de materia orgánica.
2. Realizar trabajos de investigación en nabo, densidades de siembra y variedades.
3. Realizar trabajos de investigación con estos y otros productos para mejorar rendimiento y características físicas de la raíz de nabo.
4. Realizar trabajos de investigación de acuerdo, comparando diferentes enmiendas microbianas y enmiendas orgánicas en rendimiento y calidad de nabo

VII. REFERENCIAS

- Aucal, S., Balocchi, O y Keim, J. P. (2015). Inclusión del Nabo forrajero (*Brassica rapa*) como suplemento estival en dietas ofrecidas a vacas lecheras en predios de la Provincia de Ranco. *Agro Sur* 43(3), 9-18. <http://revistas.uach.cl/pdf/agrosur/v43n3/art02.pdf>
- Azcón, J y Talón, M. (2008). *Fundamentos de fisiología vegetal*. 2^{da} edición. <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FundamentosdeFisiologiaVegetal2008Azcon.pdf>
- Beltrán, M. E., Rocha, Z. E., Bernal, A. A y Pita, L. A. (2017), Microorganismos funcionales en suelos con y sin revegetalización en el municipio de Villa de Leyva, *Boyacá*. 2(2), 158-170. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392017000200005&lng=en&nrm=iso.ISSN0120-0739
- Blanco, J. (2018). *Inventario español de los conocimientos tradicionales relativos a la biodiversidad agrícola*. Inventario Español de los conocimientos tradicionales relativos a la biodiversidad Agrícola. https://www.mapa.gob.es/images/es/tardio_etal2022_lectbavol2_tcm30-640207.pdf
- Cabrera, J., Wégria, G., González, G., Nápoles, M., Falcón-Rodríguez, A., Costales, D., Rogers, H., Diosdado, E., González, S., Cabrera, G., González, L y Wattiez, R. (2013). Practical use of oligosaccharins in agriculture. *Acta Horticulturae* 1009(1), 195-211. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.1009.24>.
- Calzada, J. (1986). *Métodos estadísticos*. 3^{ra} edición. Lima (La Molina).
- Camargo-Cepeda, D. F y Ricardo, E. (2013). Efectos del *Trichoderma* sp. sobre el crecimiento y desarrollo de la arveja (*Pisum sativum* L.). *Ciencia y Agricultura*. 11(1), 91-100. ISSN 0122-8420
- Canellas, L., Olivares, F., Aguiar, N., Jones, D., Nebbioso, A y Mazzei, P. (2015). Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia horticulturae*. 196(1), 15-27. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423815301771>
- Carbonero. (1984). *Química del suelo y los fertilizantes*. Biotecnología. https://oa.upm.es/54493/1/QUIMICA_3.pdf
- Cárdenas, E. M. (2019). *Efectos de la adición de enmiendas orgánicas y combinación con la fitoextracción mediante el uso de dos especies vegetales (Brassica napus y Sinapis alba), en las propiedades fisicoquímicas y biológicas de suelos mineros de España*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Madrid]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=267505>

- Carriel, F. (2017). *Aplicación de microorganismos eficientes y promotores del crecimiento vegetal en los cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum*) y pimiento (*Capsicum annuum*) en etapa de semilleros en la zona de Vinces-Ecuador*, [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23384/1/TESIS%20FABRICIO%20CARRIEL%20COELLO.pdf>
- Cartea, A., Villar, M., Francisco, M y De Haro, A. (2009). *Calidad del aceite de las brásicascultivadas en Galicia*. Horticultura Internacional. https://digital.csic.es/bitstream/10261/101946/1/Cartea_Calidad_aceite.pdf
- Castro, A y Rivillas, C. (2012). *Trichoderma spp. Modos de acción, eficacia y usos en el cultivo de café*. Boletín técnico. Cenicafe. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/577/1/038.pdf>
- Chiriboga, H., Gómez, G y Garcés, K. (2015). *Protocolos para formulación y aplicación del Bio-insumo: Trichoderma spp. Para el control biológico de enfermedades*. IICA. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2647/BVE17038725>
- Cristancho, Z. D. (2019). *Valorización económica directa de bienes ambientales de los sistemas agroforestales implementados con los proyectos de DEVIDA en el ámbito del Alto Huallaga*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1677/TS_ZDCA_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cruz, L. (2011). *Uso y aplicación de biofertilizantes microbianos y orgánicos en sistemas de agroplasticultura*. Centro de Investigación en Química Aplicada. <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/401/1/Lisbeth%20Cruz%20Alonso.pdf>
- Cubillos-Hinojosa, J., Valero, N y Mejía, L. (2009). *Trichoderma harzianum* como promotor del crecimiento vegetal del maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener). *Agronomía Colombiana* 27(1), 81-86. <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v27n1/v27n1a11.pdf>
- Cupull, R., Andreu, C y Cupull, M. (2003). *Efecto de Trichoderma viride como estimulantes de la germinación y desarrollo de posturas de Coffea arabica L. y control de Rhizoctonia solani* Kuhn. http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V30-Numero_1/cag061031266.pdf
- De La Vega Echeverria, J. M. (2013). *Investigación de la agricultura orgánica enfocada a la gastronomía orgánica*. Universidad Tecnológica Equinoccial. <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/11379>

- Di Rienzo, J. A., Guzmán A. W y Casanoves, F. (2002). A Multiple Comparisons Method based on the Distribution of the Root Node Distance of a Binary Tree. *Journal of Agricultural, Biological, and Environment Statistics*, 7(2), 1-14. <https://www.jstor.org/stable/140069>
- Di Rienzo, J., Balzarini, M., Robledo, C., Casanoves, F., Gonzalez, L y Tablada, E. (2008). *InfoStat, Software estadístico*. Manual del usuario. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/10346/Manual_INFOSTAT_2008.pdf?sequence=1
- Domínguez, C. F., Cecato, U., Biserra, T. T., Mamédio, D y Galbeiro, S. (2020). *Azospirillum* spp. in grasses and forages. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 11(1), 223-240. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v11n1/2448-6698-rmcp-11-01-223-en.pdf>
- Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae* 196 (1), 3-14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Ewa, A. Z., Badowski, M y Ploeger, A. (2012). *La calidad de los alimentos producidos orgánicamente*. https://www.ciaorganico.net/documypublic/795_La_calidad_de_los_alimentos_producidos_org%C3%A1nicamente_-_Nov_2012.pdf
- Falcón, A., Costales, F., González, D y Nápoles, M. (2015). Nuevos productos naturales para la agricultura: las oligosacarinas. *Cultivos Tropicales*. 36(1), 111-129. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v36s1/ctr10s115.pdf>
- Fernandes, F. (2007). Chemical and antioxidative assessment of dietary turnip (*Brassica rapa* var. *rapa* L.). *Food Chemistry*, 105(3). 1003-1010 p.
- Fernández, M. F. (2012). *Evolución de los parámetros de calidad físico-química y funcional de distintas brassicas sometidas a diferentes tratamientos postcosecha*. [Tesis doctoral, Universidad de Extremadura]. Repositorio. <https://core.ac.uk/download/pdf/72043224>.
- Fu, R. (2016). Hepatoprotection using *Brassica rapa* var. *rapa* L. seeds and its bioactive compound, sinapine thiocyanate, for CCl₄-induced liver injury. *Journal of Functional Foods*, Abril, Volumen 22(1), 73-81. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1756464616000165>
- García, C. (2008). *Enmiendas orgánicas para suelos basadas en residuos orgánicos*. Academia de Ciencias de la Region de Murcia. <https://www.um.es/acc/wp-content/uploads/Carlos-Garcia-Izquierdo.pdf>
- Garrido, M y Vilela, N. (2019). Capacidad antagónica de *Trichoderma harzianum* frente a *Rhizoctonia*, *Nakatea sigmoidea* y *Sclerotium rolfsii* y su efecto en cepas nativas de *Trichoderma* aisladas de cultivos de arroz. *Scientia Agropecuaria* 10(2), 199-206. <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v10n2/a06v10n2.pdf>

- González, C., Martínez, C y García, S. (2014). El modelo de nutrición vegetal a través de la historia y su importancia para la enseñanza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 11(1), 2-12. <https://www.redalyc.org/pdf/920/92029560002.pdf>
- Guilcapi, E. (2009). *Efecto de Trichoderma harzianum y Trichoderma viride, en la producción de plantas de café (Coffea arabica) variedad Caturra a nivel de vivero*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/334/1/13T0627%20.pdf>
- Holguín, G. (2008). *La comunicación entre bacterias y plantas*. https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/59_2/PDF/10-516-72
- Huallpa, F. (2010). Comportamiento productivo de variedades de nabo (*Brassica napus* L.) con diferentes abonos orgánicos en el altiplano norte de la paz. [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5130/T-1383.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Infante, D., Martínez, B., González, N y Reyes, Y. (2009). Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. *Revista de Protección de Vegetal* 24(1), 14-21. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v24n1/rpv02109.pdf>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2012). Poscosecha y buenas prácticas de producción orientadas a la agricultura familiar. Módulo 2. <https://mfiles.iica.int/CTL/CPC/LEC/M2.pdf>
- Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura. (2017). *Propiedades físicas del suelo y el crecimiento de las plantas*. Serie Suelos. INTAGRI. <https://www.intagri.com/articulos/suelos/propiedades-fisicas-del-suelo>.
- International Plant Nutrition Institute (2015). Metales pesados en cacao, perspectiva y posible manejo. (IPNI). <http://nla.ipni.net/article/NLA-3112>.
- Julca, A., Meneses, Liliana., Blas, Raúl y Bello, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencias su uso en la agricultura. *IDESIA (Chile)* 24(1), 49-61. <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v24n1/art09.pdf>.
- Klein, D y Eveleigh, D. (1998). Ecology of *Trichoderma*. In: Kubicek CP, Harman GE, eds. *Trichoderma and Gliocladium. Basic biology, taxonomy and genetics*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10267-006-0279-7>
- Lara, A. M. (2001). Diseño estadístico de experimentos, análisis de la varianza y temas relacionados: tratamiento informático mediante SPSS, Ed.: Proyecto Sur. <https://latam.casadellibro.com/libro-diseno-estadistico-de-experimentos-analisis-de-la>

varianza-y-tem-as-relacionados-tratamiento-informatico-mediante-spss-2-ed/9788482541518/1044228

- Larskaya, I y Gorshkova, T. (2015). Plant oligosaccharides - outsiders among elicitors? *Biochemistry (Moscow)* 80(7), 881-900. http://www.protein.bio.msu.ru/biokhimiya/contents/v80/pdf/bcm_0881.pdf
- Lazo, Y., Morales, A., Guanolisa, D., Olalla, T., Arteaga, Y y García, Y. (2017). Efecto de la aplicación de microorganismos eficientes en la producción de Musa paradisíaca variedad valery. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología* 6(3), 191-200. <https://docplayer.es/169262582-Efecto-de-la-aplicacion-de-microorganismos-eficientes-en-la-produccion-de-musa-paradisica-variedad-valery.html>
- León, Y., Martínez, R., Hernández, J. M y Rodríguez, N. (2012). Aplicación de *Azotobacter chroococcum* en la producción de plántulas de tabaco negro. *Cultivos Tropicales*. 33(2), 29-32. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v33n2/ctr04212.pdf>
- Mamani, E. (2018). *Taxonomía y distribución altitudinal de Brassicaceae Burnett en la Provincia de Arequipa*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6490/BImapae.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martínez, E. (2005). Errores frecuentes en la interpretación del coeficiente de determinación lineal. *Anuario Jurídico y Económico Escurialense*, 38(1), 315-332.
- Menge, K y Kirkby, E. A. (2000). *Principio de nutrición vegetal*. 4^{ta} Edición. https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/66737/mod_resource/content/2/PRINCIPIOS%20DE%20NUTRICI%C3%93N%20VEGETAL.pdf
- Montaño, N. M., Sandoval, A. L., Camargo, S. L y Sánchez, J. M. (2010). Los microorganismos: pequeños gigantes. *Ciencia y cultura* 17(77), 15-23. <https://www.redalyc.org/pdf/294/29411989003.pdf>
- Montiel, M y Del Mar. (2016). *Efectos de la rizosfera y de las enmiendas orgánicas en la fitorecuperación de suelos contaminados con elementos traza*. [Tesis doctoral, Universidad de Sevilla]. Repositorio. file:///C:/Users/clari/Downloads/Efectos_rizosfera_enmienda.
- Ordás, A. (2001). *Nabo*, Pontevedra: Misión Biológica de Galicia (CSIC). <https://mbg.csic.es/es/la-mision-biologica-de-galicia/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2001). *Manejo integrado de la fertilidad de los suelos de Nicaragua*. GCP/NIC/025/NOR. INTA/FAO. Gobierno de Nicaragua y Noruega.

- ORIOUS. (2017^a). *Bacthon* SC. <http://www.oriusbiotech.com/documentos/30-bacthon-sc-ficha-tecnica.pdf>
- ORIOUS. 2017b. *Tricho D* WP. <http://www.oriusbiotech.com/documentos/TTricho-D-ficha>
- Ortiz, R. A., Guzmán, Ó. A y Leguizamón, J. (2015). Manejo integrado del nematodo del nudo radical [*Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood Y *Meloidogyne mayaguensis* Rammh & Hirschmann] en almácigos de guayabo (*Psidium guajava* Linneo), variedad palmira ICA-1. *Boletín Científico* 19(2), 104-138. <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v19n2/v19n2a07.pdf>
- Osorio, Y. (2019). *Efecto de tres dosis de materia orgánica con la inoculación de microorganismos mejoradores del suelo en el rendimiento del cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Will.), variedad pasankalla, en C.P. de Huanchac, Independencia – Ancash.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo]. http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/3618/T033_74_320924_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pandey, P., Verma, M y N. De. (2018). Chitosan in Agricultural Context-A Review. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences* 7(4), 87-96. https://www.researchgate.net/profile/Priyal-Pandey/publication/326682315_Chitosan_in_agricultural_context_-_A_review/links/5b72ddc792851ca6505d7c61/Chitosan-in-agricultural-context-A-review.pdf
- Pardo, A., Suso, L y Rivacoba, L. (2014). *XIII jornada del grupo de horticultura y I jornada del grupo de alimentación y salud.* Actas de horticultura. <http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2065.%20XIII%20Jornadas%20del%20Grupo%20de%20Horticultura/libro.pdf>.
- Pascual, M. M. (2015). *Efecto de tres niveles de abono líquido orgánico en la producción del cultivo de nabo (Brassica napus) a campo abierto en el municipio de achocalla.* [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5712/T-2067.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pedraza, R.O. (2010). Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 11(2), 155-164. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5624728.pdf>
- Pérez, A., Céspedes, C y Núñez, P. (2008). Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal* 8(4), 10-29. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcsuelo/v8n3/art02.pdf>

- Pérez, F. (2017). *Fisiología vegetal*. Universidad Nacional de Ucayali. http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3201/000026_080L?sequence=1&isAllowed=y
- Pimentel, G. (1990). *Curso de estadística experimental*. <https://es.scribd.com/document/385254016/Curso-De-Estadistica-Experimental-PIMENTEL-GOMES-pdf>
- Ramos, E., Navarro, R., Zumaqué, L y Violeth, J. (2008). Evaluación de sustratos y procesos de fermentación sólida para la producción de esporas de *Trichoderma* sp. *Revista Colombiana de Biotecnología* 10(2), 23-34. <http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v10n2/v10n2a04.pdf>
- Rocha, G., Antoyo, Y., Bustillos, R., Muñoz, J., Perez, R., Muñoz, A., Contreras, J., Villegas, M y Munive, J. (2015). *Los microorganismos del suelo y su importancia biotecnológica en la agricultura y el ambiente*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Mexico. <https://www.researchgate.net/publication>.
- Saavedra, M. (2009). *Evaluación de la incorporación de microorganismos benéficos sobre la broza del cultivo de arroz (Oryza sativa L.) variedad INIA - 507 realizada en la estación experimental El Porvenir - INIA - Juan Guerra*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto]. Repositorio. <https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/1157/1/ITEM%4011458-415.pdf>
- Sánchez, D. B., Pérez, J. V., Luna, L. L., García, J. A y Espitia, A. A. (2019). *Azotobacter chroococcum* y *Azospirillum lipoferum* como bioestimulantes en cultivo de *Ipomoea batatas* Lam. *Agronomía Mesoamericana*, 30(2). 563-576. <https://www.redalyc.org/journal/437/43759027018/html/>
- Sánchez, L y Valderrama, U. (2014). *Biología del suelo*. Un mundo bajo nuestros pies. <https://biologiadelsueloscsudea20132.wordpress.com/microbiologia/importancia-de-losmicroorganismos>
- Sangoquiza, C. A., Viera, Y y Yáñez, C. F. (2018). Respuesta biológica de aislados de *Azospirillum* spp. frente a diferentes tipos de estrés. *Centro Agrícola* 45(1), 40-46. <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v45n1/cag05118.pdf>
- Sarmiento, A. (2008). *Eficacia del Tricho D como bio regulador de Phyitium sp y el Bacthon como bio fertilizante en Gypsophyla en Sopo, Cundinamarca, Colombia*. Oriusbiotech.
- Serfi (2021), *Bacthon*. Características generales. Ficha técnica. <https://s3.amazonaws.com/Serfi-cdn/uploads/2020/02/14154659/Ficha-T%C3%A9cnica-BACTHON-SC-v11.2021.pdf>
- Serfi. 2015a. *Bacthon*. Ficha Técnica. <http://www.Serfi.com.pe/interiores/productos/peru/ecom/bacthon.html>

- Serfi. 2015b. *Tricho D*. Ficha Técnica. <http://www.Serfi.com.pe/interiores/productos/peru/ecomomic/trichod.htm>
- Sharma, V., Salwan, R y Sharma, P. (2017). The comparative mechanistic aspects of Trichoderma and probiotics: scope for future research. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 100(1), 84-96. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0885576517301856>
- Starobinsky, G., Monzón, J., Di Marzo Broggi, E y Braude, E. (2021). *Bioinsumos para la agricultura que demandan esfuerzos de investigación y desarrollo*. Capacidades existentes y estrategia de política pública para impulsar su desarrollo en Argentina. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/03/dt_17_-_bioinsumos.pdf
- Suárez, C., Garrido, N. A y Guevara, C. A. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. *Revisión bibliográfica ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar* 50(1), 20-28. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223148420004.pdf>.
- Suárez-Machín, C., Garrido-Carralero, N. A y Guevara-Rodríguez, C. A. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. *Revisión bibliográfica ICIDCA*. 50(1), 20-28. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223148420004.pdf>
- Vargas, A. (1995). *Estadística descriptiva e inferencial*. Universidad de Castilla – La Mancha. https://www.google.com.pe/books/edition/Estad%C3%ADstica_descriptiva_e_inferencial/RbaC-wPWqjsC?hl=es-419&gbpv=1&dq=diferencias+estadisticas&pg=PA355&printsec=frontcover
- Watler, W y Thompson, D. (2002). *Caracterización y Clasificación de los suelos de la microcuenca Cuscamas, con una propuesta agroecológica del uso mayor de la tierra, El Tuma – La Dalia*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio. <https://repositorio.una.edu.ni/1019/1/tnp32w334.pdf>
- Zambrano, J. P. C. (2015). *Determinar el efecto de la fibra de (Brassica· rapa L.) nabo silvestre sobre el peso, grasa corporal y proteínas totales en ratas (Rattus norvegicus variedad Sprague Dawley) con obesidad inducida, Arequipa 2015*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín]. Repositorio. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/452/M-21667.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Zari, K. V. (2020). *Evaluación de dos enmiendas orgánicas en la producción de col (Brassica oleracea var capitata)*. [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ZARI%20GUALAN%20KYMBELY%20VIVIANA.pdf>

ANEXO

Tabla 21. Evaluación de altura de plantas (cm)

Bloque	N° Plantas	30 días				45 días				60 días				75 días			
		T1	T2	T3	T4												
BI	p1	6,20	13,30	17,12	16,50	23,61	26,00	27,03	29,50	25,43	32,00	29,89	28,00	27,67	33,60	31,71	33,09
	p2	7,61	15,80	9,83	12,80	15,97	21,50	26,80	25,80	17,76	29,00	29,77	29,00	20,17	30,80	30,75	33,55
	p3	6,85	11,90	10,71	17,30	16,06	27,20	26,45	21,80	26,34	28,50	29,59	29,00	30,36	31,10	30,67	32,15
	p4	10,17	8,50	9,28	12,60	23,61	22,50	22,07	28,30	26,34	30,00	28,72	25,00	28,83	31,30	30,84	28,45
	p5	5,00	9,70	12,85	14,90	19,91	24,00	23,98	20,00	26,34	30,50	34,88	28,00	29,73	31,70	37,72	31,85
	p6	7,00	17,00	14,45	13,80	21,08	32,00	26,62	24,60	22,71	25,00	29,59	34,00	24,91	25,60	30,58	37,25
	p7	5,28	12,50	10,95	18,00	18,20	28,00	15,93	22,30	19,10	28,00	21,23	29,00	21,13	30,40	23,42	31,85
	p8	7,46	13,80	10,39	13,00	16,42	23,00	18,48	23,30	24,07	27,80	27,00	26,00	27,67	29,50	29,48	29,55
BII	p1	7,76	16,80	7,87	7,60	13,76	17,60	19,24	28,60	16,86	32,00	26,15	29,00	19,74	33,80	28,32	34,25
	p2	7,76	12,00	7,18	14,00	13,05	15,20	18,82	32,00	13,76	35,00	23,64	22,00	15,92	36,70	25,43	26,45
	p3	9,68	12,70	11,52	15,40	21,80	25,40	22,24	27,00	24,52	32,00	26,15	25,50	27,04	34,20	27,58	27,65
	p4	10,01	12,00	11,61	19,20	14,20	28,20	26,18	22,00	20,00	23,00	29,59	28,50	23,32	24,00	30,92	30,85
	p5	9,60	15,00	10,95	15,50	17,31	20,50	26,00	35,00	18,65	35,80	29,33	24,00	20,87	36,70	30,50	27,75
	p6	7,69	12,00	9,21	11,40	14,82	21,80	17,15	21,00	20,00	23,00	27,00	24,00	23,23	24,40	29,74	27,35
	p7	9,03	12,30	9,28	14,50	14,64	24,50	22,76	23,20	18,20	25,50	27,86	26,50	21,13	27,00	29,57	29,75
	p8	8,15	11,90	10,95	10,60	17,31	20,60	19,24	19,00	18,20	28,00	27,00	33,00	20,26	31,00	29,32	38,35
BIII	p1	7,23	13,50	11,44	12,00	21,08	21,00	26,89	23,50	25,80	24,00	29,59	26,00	28,83	24,70	30,41	30,05
	p2	5,92	6,50	11,36	13,00	20,00	23,00	25,30	25,60	21,80	28,00	28,72	31,00	24,11	29,50	29,91	35,65
	p3	9,60	10,00	11,20	17,30	26,34	27,00	20,77	25,00	28,17	27,20	25,30	31,00	30,36	28,70	26,93	34,85
	p4	10,01	9,00	8,98	13,80	15,08	23,80	21,20	29,00	16,42	31,80	26,15	26,00	18,71	33,50	27,91	29,35
	p5	6,63	8,40	7,52	12,90	22,26	29,50	26,18	24,80	27,26	27,00	30,46	32,00	30,27	28,50	31,95	35,45
	p6	9,76	8,40	9,05	16,00	15,17	26,00	20,95	24,80	18,20	26,60	33,11	32,00	20,95	27,80	36,13	36,25
	p7	6,27	9,30	11,61	12,30	18,03	32,00	25,74	29,30	26,34	30,00	29,59	33,50	30,00	30,80	30,92	36,55
	p8	7,38	12,00	9,05	14,80	24,16	18,40	18,40	25,00	25,43	29,00	25,30	25,50	27,49	31,00	27,50	30,05
BIV	p1	9,35	12,70	8,75	15,50	23,80	25,50	29,29	27,00	24,52	29,00	32,22	40,00	26,33	30,40	33,16	45,65
	p2	9,35	8,50	11,20	12,30	18,20	32,00	18,82	18,50	23,61	28,00	23,23	33,00	26,77	31,10	24,97	35,85
	p3	8,00	12,40	8,23	16,20	14,20	26,20	30,19	24,00	24,07	26,00	33,02	28,00	28,03	27,20	33,85	31,15
	p4	7,30	12,30	11,20	10,30	18,65	30,00	22,24	23,80	19,10	24,00	27,00	31,00	20,87	24,40	28,65	33,85
	p5	6,70	6,50	10,15	14,60	16,42	24,60	18,82	26,50	27,26	27,00	26,15	39,00	31,35	27,70	28,40	44,65
	p6	9,60	10,80	9,75	9,90	15,97	19,00	25,03	20,80	24,98	31,00	27,86	42,00	31,89	34,20	28,82	48,65
	p7	5,72	12,30	10,31	16,20	16,60	26,00	16,74	32,00	19,10	33,00	27,86	30,00	21,74	34,00	30,75	33,85
	p8	6,27	9,60	7,87	13,00	13,76	23,00	17,15	29,60	18,20	32,00	26,15	29,00	21,30	33,50	28,73	33,25

Tabla 22. Evaluación de número de hojas

Bloque	N° Plantas	30 días				45 días				60 días				75 días			
		T1	T2	T3	T4												
BI	p1	4	3	7	8	6	7	9	10	8	9	9	11	8	12	9	15
	p2	5	4	5	3	7	8	6	9	8	8	7	10	8	12	12	10
	p3	4	4	7	6	6	8	9	8	9	11	10	11	11	12	14	15
	p4	4	4	6	6	9	9	9	8	9	9	9	10	13	11	11	12
	p5	5	3	7	8	6	7	11	10	7	10	12	12	12	13	9	15
	p6	5	7	7	4	8	10	7	10	10	9	9	11	13	10	11	11
	p7	4	5	6	5	8	7	8	9	7	8	9	10	9	9	8	13
	p8	7	5	6	7	7	7	10	9	7	8	10	10	10	8	11	14
BII	p1	6	5	6	7	9	8	6	8	10	9	7	8	11	13	10	14
	p2	6	7	6	7	7	10	6	8	10	8	7	10	13	11	10	11
	p3	6	6	7	7	7	9	8	7	11	8	9	10	9	11	9	11
	p4	5	5	7	4	7	8	8	10	10	8	9	10	9	10	8	1
	p5	3	5	7	4	6	8	8	7	8	8	7	11	7	8	8	11
	p6	4	5	4	3	7	8	8	7	8	10	8	10	9	8	10	10
	p7	3	3	3	4	6	5	7	6	7	8	9	12	12	12	9	12
	p8	4	4	4	9	7	7	12	7	9	9	12	12	12	9	11	13
BIII	p1	6	3	7	8	6	7	10	10	7	8	10	14	10	9	12	16
	p2	9	6	8	8	11	9	9	9	9	12	10	14	10	11	12	16
	p3	6	6	8	5	9	9	8	8	10	10	8	9	10	10	10	10
	p4	5	5	8	6	6	8	9	8	7	9	9	10	11	12	9	10
	p5	5	9	6	9	7	11	11	9	11	9	11	13	11	11	10	14
	p6	5	7	7	7	8	10	10	10	10	10	10	11	10	10	10	14
	p7	4	6	6	7	6	9	10	6	7	9	10	14	10	11	11	14
	p8	10	6	4	3	12	9	7	6	9	12	9	9	9	13	12	14
BIV	p1	7	7	6	9	10	9	12	9	12	10	12	13	12	10	13	14
	p2	9	9	9	9	11	11	7	13	12	12	7	12	12	12	12	12
	p3	5	5	9	6	6	8	9	11	8	14	10	13	9	14	13	13
	p4	5	4	9	5	6	8	8	13	8	10	10	13	9	13	13	15
	p5	7	8	3	7	10	11	11	13	10	10	11	14	11	16	14	15
	p6	9	6	6	8	11	9	10	12	9	11	10	14	9	12	11	15
	p7	5	4	6	6	6	6	9	9	8	9	10	14	10	10	14	15
	p8	5	5	7	9	9	8	11	11	8	9	11	14	11	10	12	15

Tabla 23. Evaluación de peso fresco, longitud, diámetro y volumen de nabo

Bloque	N° Plantas	Peso fresco				longitud				Diámetro				Volumen			
		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
BI	p1	38,00	46,00	50,00	96,00	40,99	44,42	43,64	61,79	43,2	43,58	44,67	52,69	50	80	80	120
	p2	25,00	40,00	70,00	78,00	37,50	42,35	49,84	56,58	34,48	33,41	50,29	51,24	30	80	120	150
	p3	24,00	38,00	45,00	92,00	50,99	60,31	49,33	58,65	38,8	34,3	41,78	54,38	32	70	80	170
	p4	31,00	46,00	61,00	69,00	52,05	43,27	51,46	50,76	32,86	45,13	48,61	52,75	20	70	140	160
	p5	23,00	43,00	45,00	125,00	40,80	45,97	44,23	79,38	32,91	48,4	44,5	55,04	40	40	90	120
	p6	29,00	39,00	58,00	90,00	42,12	56,69	46,93	50,17	35,8	31,88	47,74	59,13	50	60	80	100
	p7	30,00	39,00	51,00	89,00	48,58	53,73	48,57	53,98	38,99	36,37	44,2	58,29	30	50	90	120
	p8	30,00	51,00	54,00	137,00	51,69	46,41	60,53	67,47	33,16	47,15	40,83	63,11	20	90	60	100
BII	p1	27,00	38,00	61,00	135,00	52,65	39,86	49,09	72,41	31,43	42,56	47,85	72,33	50	60	60	100
	p2	20,00	22,00	37,00	102,00	37,89	42,60	46,88	51,61	31,87	32,6	40,7	63,56	50	80	60	100
	p3	20,00	35,00	58,00	73,00	39,97	42,72	57,66	62,05	28,88	39,56	48,33	46,36	40	50	70	60
	p4	32,00	41,00	67,00	92,00	41,68	52,42	52,97	49,50	38,29	35,48	49,86	60,34	20	60	90	50
	p5	46,00	37,00	56,00	92,00	67,85	41,11	61,63	61,96	36,6	44,3	42,71	53,82	40	40	60	90
	p6	36,00	40,00	53,00	102,00	64,50	48,70	51,58	61,21	43,06	42,81	43,56	61,3	50	60	60	110
	p7	29,00	37,00	62,00	89,00	48,09	53,99	65,08	52,86	32,21	39,42	43,02	54,45	20	60	50	60
	p8	18,00	24,00	50,00	104,00	33,37	47,52	44,37	49,33	30,9	32,68	44,25	62,4	50	40	50	50
BIII	p1	36,00	47,00	63,00	100,00	50,65	46,27	56,75	72,29	39,81	45,98	49,59	49,18	40	50	60	130
	p2	41,00	68,00	61,00	94,00	49,13	57,62	46,40	59,01	29,69	48,78	51,37	56,3	30	30	40	100
	p3	33,00	48,00	67,00	58,00	47,98	49,67	58,73	52,10	44,02	43,39	48,93	46,58	20	40	60	80
	p4	19,00	47,00	82,00	87,00	47,10	53,85	60,64	48,58	31,53	46,54	51,3	56,49	20	40	60	80
	p5	40,00	48,00	51,00	90,00	50,37	47,98	55,01	69,47	44,64	48,47	45,94	48,4	30	40	70	100
	p6	41,00	50,00	59,00	104,00	49,57	61,20	48,94	62,42	42,63	40,98	48,68	56,71	20	40	50	100
	p7	15,00	48,00	50,00	65,00	52,80	59,47	52,83	98,83	28,44	43,9	45,19	47,29	20	50	60	80
	p8	34,00	38,00	54,00	55,00	49,01	51,91	45,56	58,19	38,68	40,03	47,6	44,22	40	30	50	100
BIV	p1	27,00	86,00	90,00	108,00	35,72	65,76	58,12	65,38	38,46	53,04	53,95	57,18	30	50	50	100
	p2	46,00	71,00	106,00	142,00	45,70	49,51	65,55	56,64	43,29	55,31	56,4	71,32	30	40	80	80
	p3	23,00	66,00	78,00	143,00	38,60	58,61	54,94	75,05	32,74	45,98	53,62	63,99	30	40	50	100
	p4	18,00	79,00	131,00	150,00	42,59	67,13	62,64	73,74	27,16	49,55	65,68	58,72	30	50	60	60
	p5	38,00	50,00	91,00	119,00	62,76	55,00	63,63	62,81	32,29	43,35	55,1	60,64	40	40	50	120
	p6	27,00	59,00	86,00	105,00	37,32	42,89	49,87	63,03	37,38	54,2	59,8	55,01	20	40	50	80
	p7	26,00	48,00	57,00	108,00	40,55	61,90	58,03	85,64	35,02	40,15	58,03	54,64	30	40	50	90
	p8	16,00	89,00	86,00	102,00	39,08	59,69	48,81	44,03	26,83	55,92	41,91	64,97	40	60	50	130

Tabla 24. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para altura de plantas a los 30 días después de la instalación

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	4,84	3	1,61	1,49	0,2828
Tratamiento	78,48	3	26,16	24,12	0,0001
Error experimental	9,76	9	1,08		
Total	93,08	15			
CV (%)	9,53				
R ²	0,90				

Tabla 25. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para altura de plantas a los 45 días después de la instalación

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	12,56	3	4,19	2,66	0,1116
Tratamiento	124,61	3	41,54	26,38	0,0001
Error experimental	14,17	9	1,57		
Total	151,34	15			
CV (%)	5,53				
R ²	0,91				

Tabla 26. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para altura de plantas a los 60 días después de la instalación

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	17,98	3	5,99	1,78	0,2204
tratamiento	138,96	3	46,32	13,77	0,0001
Error experimental	30,27	9	3,36		
Total	187,21	15			
CV (%)	6,75				
R ²	0,84				

Tabla 27. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para altura de plantas a los 75 días después de la instalación

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	20,84	3	6,95	1,78	0,2199
Tratamiento	149,42	3	49,81	12,80	0,0013
Error experimental	35,03	9	3,89		
Total	205,29	15			
CV (%)	6,64				
R ²	0,83				

Tabla 28. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para número de hojas de plantas a los 30 días después de la instalación

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	2,00	3	0,67	1,00	0,4363
Tratamiento	27,00	3	9,00	13,50	0,0011
Error experimental	6,00	9	0,67		
Total	35,00	15			
CV (%)	13,06				
R ²	0,83				

Tabla 29. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para número de hojas de plantas a los 45 días después de la instalación

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	5,69	3	1,90	1,00	0,4363
Tratamiento	30,69	3	10,23	5,40	0,0212
Error experimental	17,06	9	1,90		
Total	53,44	15			
CV (%)	16,56				
R ²	0,68				

Tabla 30. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para número de hojas de plantas a los 60 días después de la instalación

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	9,50	3	3,17	1,39	0,3076
Tratamiento	36,00	3	12,00	5,27	0,0226
Error experimental	20,50	9	2,28		
Total	66,00	15			
CV (%)	15,89				
R ²	0,69				

Tabla 31. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para número de hojas de plantas a los 75 días después de la instalación

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	6,19	3	2,06	1,37	0,3135
Tratamiento	45,69	3	15,23	10,11	0,0031
Error experimental	13,56	9	1,51		
Total	65,44	15			
CV (%)	10,85				
R ²	0,79				

Tabla 32. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para longitud de raíz de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	80,35	3	26,78	2,29	0,1466
Tratamiento	503,04	3	167,68	14,36	0,0009
Error experimental	105,08	9	11,68		
Total	688,47	15			
CV (%)	6,40				
R ²	0,85				

Tabla 33. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para diámetro de raíz de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	89,57	3	29,86	2,13	0,1668
Tratamiento	951,47	3	317,16	22,60	0,0002
Error experimental	126,29	9	14,03		
Total	1167,33	15			
CV (%)	8,14				
R ²	0,89				

Tabla 34. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para volumen de raíz de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	1779,64	3	593,21	4,73	0,0302
Tratamiento	9457,30	3	3152,43	25,13	0,0001
Error experimental	1128,92	9	125,44		
Total	12365,86	15			
CV (%)	17,80				
R ²	0,91				

Tabla 35. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para peso fresco de raíz de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	1447,35	3	482,45	4,72	0,0303
tratamiento	10732,44	3	3577,48	35,01	<0,0001
Error experimental	919,68	9	102,19		
Total	13099,47	15			
CV (%)	16,63				
R ²	0,93				

Tabla 36. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para peso seco de raíz de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	43,56	3	14,52	0,69	0,5795
Tratamiento	1983,59	3	661,20	31,53	<0,0001
Error experimental	188,76	9	20,97		
Total	2215,91	15			
CV (%)	15,98				
R ²	0,91				

Tabla 37. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de humedad de raíz de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	263,98	3	87,99	0,59	0,6378
Tratamiento	135,27	3	45,09	0,30	0,8234
Error experimental	1344,49	9	149,39		
Total	1743,74	15			
CV (%)	24,23				
R ²	0,23				

Tabla 38. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de materia orgánica de raíz de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	24,37	3	8,12	2,00	0,1844
Tratamiento	8,18	3	2,73	0,67	0,5907
Error experimental	36,54	9	4,06		
Total	69,09	15			
C.V (%)	2,63				
R ²	0,47				

Tabla 39. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de nitrógeno de raíz de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0,01	3	0,00	0,50	0,6591
Tratamiento	0,62	3	0,21	31,00	0,0001
Error experimental	0,06	9	0,01		
Total	0,69	15			
C.V (%)	2,94				
R ²	0,91				

Tabla 40. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de fósforo de raíz de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0,01	3	0,00	3,00	0,0536
Tratamiento	0,35	3	0,12	105,00	<0,0001
Error experimental	0,01	9	0,00		
Total	0,37	15			
C.V (%)	1,63				
R ²	0,98				

Tabla 41. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de calcio de raíz de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0,02	3	0,01	1,20	0,4866
Tratamiento	0,02	3	0,01	1,20	0,4333
Error experimental	0,05	9	0,01		
Total	0,09	15			
C.V (%)	8,12				
R ²	0,39				

Tabla 42. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de magnesio de raíz de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0,00	3	0,00	1,00	0,4363
Tratamiento	0,00	3	0,00	13,50	0,0009
Error experimental	0,00	9	0,00		
Total	0,00	15			
C.V (%)	19,05				
R ²	0,84				

Tabla 43. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de sodio de raíz de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0,00	3	0,00	3,00	0,0877
Tratamiento	0,00	3	0,00	9,86	0,0045
Error experimental	0,00	9	0,00		
Total	0,00	15			
C.V (%)	3,91				
R ²	0,80				

Tabla 44. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de potasio de raíz de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0,00	3	0,00	1,91	0,1936
Tratamiento	0,00	3	0,00	113,73	<0,0001
Error experimental	0,00	9	0,00		
Total	0,00	15			
C.V (%)	1,12				
R ²	0,98				

Tabla 45. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para partes por millón de cobre de raíz de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0,02	3	0,01	6,00	0,0061
Tratamiento	0,51	3	0,17	153,00	<0,0001
Error experimental	0,01	9	0,00		
Total	0,54	15			
C.V (%)	2,65				
R ²	0,98				

Tabla 46. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para partes por millón de hierro de raíz de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0,70	3	0,23	1,18	0,3738
Tratamiento	298,12	3	99,37	502,45	<0,0001
Error experimental	1,78	9	0,20		
Total	300,60	15			
C.V (%)	3,96				
R ²	0,99				

Tabla 47. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para partes por millón de zinc de raíz de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0,04	3	0,01	0,71	0,5741
Tratamiento	1,10	3	0,37	19,41	0,0003
Error experimental	0,17	9	0,02		
Total	1,31	15			
C.V (%)	2,63				
R ²	0,87				

Tabla 48. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para partes por millón de manganeso de raíz de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0,01	3	0,00	0,38	0,7734
Tratamiento	3,80	3	1,27	142,50	<0,0001
Error experimental	0,08	9	0,01		
Total	3,89	15			
C.V (%)	1,81				
R ²	0,98				

Tabla 49. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para pH de suelo después de la cosecha de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0,07	3	0,02	1,31	0,3143
Tratamiento	0,93	3	0,31	17,44	0,0005
Error experimental	0,16	9	0,02		
Total	1,16	15			
C.V (%)	2,16				
R ²	0,86				

Tabla 50. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para materia orgánica de suelo después de la cosecha de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0,02	3	0,01	3,00	0,0680
Tratamiento	1,09	3	0,36	163,50	<0,0001
Error experimental	0,02	9	0,00		
Total	1,13	15			
C.V (%)	1,97				
R ²	0,98				

Tabla 51. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para fósforo disponible de suelo después de la cosecha de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0,09	3	0,03	3,00	0,1006
Tratamiento	27,05	3	9,02	901,67	<0,0001
Error experimental	0,09	9	0,01		
Total	27,23	15			
C.V (%)	1,54				
R ²	0,99				

Tabla 52. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para potasio disponible de suelo después de la cosecha de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	149,95	3	49,98	4,28	0,0389
Tratamiento	8037,98	3	2679,33	229,50	<0,0001
Error experimental	105,07	9	11,67		
Total	8293,00	15			
C.V (%)	3,22				
R ²	0,99				

Tabla 53. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para capacidad de intercambio catiónico de suelo después de la cosecha de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0,31	3	0,10	6,20	0,0141
Tratamiento	15,90	3	5,30	318,00	<0,0001
Error experimental	0,15	9	0,02		
Total	16,36	15			
C.V (%)	1,84				
R ²	0,99				

Tabla 54. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para calcio intercambiable de suelo después de la cosecha de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0,15	3	0,05	3,46	0,0612
Tratamiento	10,09	3	3,36	232,85	<0,0001
Error experimental	0,13	9	0,01		
Total	10,37	15			
C.V (%)	2,07				
R ²	0,99				

Tabla 55. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para magnesio intercambiable de suelo después de la cosecha de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0,01	3	0,00	3,00	0,0340
Tratamiento	0,27	3	0,09	81,00	<0,0001
Error experimental	0,01	9	0,00		
Total	0,29	15			
C.V (%)	2,56				
R ²	0,98				

Tabla 56. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para potasio intercambiable de suelo después de la cosecha de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0,00	3	0,00	45,00	<0,0001
Tratamiento	0,04	3	0,01	645,00	<0,0001
Error experimental	0,00	9	0,00		
Total	0,05	15			
C.V (%)	2,25				
R ²	0,99				

Tabla 57. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para sodio intercambiable de suelo después de la cosecha de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0,00	3	0,00	3,00	0,0155
Tratamiento	0,00	3	0,00	30,00	<0,0001
Error experimental	0,00	9	0,00		
Total	0,12	15			
C.V (%)	10,35				
R ²	0,94				

Tabla 58. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para capacidad de intercambio catiónico efectivo de suelo después de la cosecha de nabo

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0,33	3	0,11	7,07	0,0155
Tratamiento	15,86	3	5,29	339,86	<0,0001
Error experimental	0,14	9	0,02		
Total	16,33	15			
C.V (%)	1,80				
R ²	0,99				



Figura 16. Identificación de bloques y tratamientos



Figura 17. Siembra de plantas de nabo



Figura 18. Cultivo de nabo



Figura 19. Visita del presidente de tesis, Dr. José W. Zavala Solórzano y asesor M. Sc. Giannfranco Egoávil Jump



Figura 20. Cosecha de nabo



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: SMITH CRUZ REYES		PROCEDENCIA: FUNDO UNAS - RUPA RUPA - LEONCIO PRADO - HUANUCO																				
N°	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%
	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA	Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura	1:1	%	%	disponible ppm	ppm		Ca	Mg	K	Na	Al	H		Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
1	S01015	Testigo	51	20	29	Franco	5.61	2.02	0.10	4.97	79.54	5.26	4.51	0.63	0.08	0.04	0.00	0.00	5.26	100	0	0

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
RECIBO No. 0640310
TINGO MARIA, 19 DE AGOSTO 2021

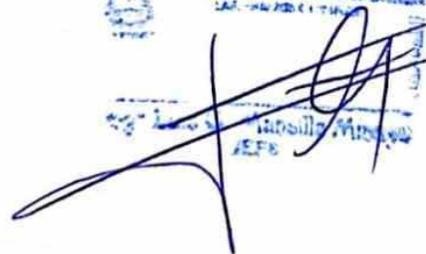




Figura 21. Análisis inicial de suelos.



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: SMITH CRUZ REYES										PROCEDENCIA: FUNDO UNAS - RUPA RUPA - LEONCIO PRADO - HUANUCO														
N°	DATOS			ANÁLISIS MECÁNICO			pH	M.O.		N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CiCe	% Bas. Camb.	% Ac. Camb.	% Sat. AI	
	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA		Arena %	Arcilla %	Limo %		1:1	%					disponible		Ca	Mg	K	Na					Al
							Textura		%	%	ppm	ppm												
1	S01067	Nabo	B1 T1	47	24	29	Franco	6.16	2.06	0.10	5.12	80.21	5.58	4.65	0.76	0.12	0.05	0.00	0.00	5.58	100	0	0	
2	S01068	Nabo	B1 T2	47	24	29	Franco	5.96	2.49	0.12	5.50	86.06	6.42	5.25	0.96	0.15	0.06	0.00	0.00	6.42	100	0	0	
3	S01069	Nabo	B1 T3	43	26	31	Franco	6.11	2.57	0.13	6.81	112.95	7.37	6.08	1.01	0.19	0.09	0.00	0.00	7.37	100	0	0	
4	S01070	Nabo	B1 T4	41	26	33	Franco	6.54	2.78	0.14	8.29	126.44	8.10	6.67	1.09	0.25	0.10	0.00	0.00	8.10	100	0	0	
5	S01071	Nabo	B2 T1	45	24	31	Franco	6.16	2.12	0.11	5.17	80.96	5.67	4.69	0.79	0.14	0.05	0.00	0.00	5.67	100	0	0	
6	S01072	Nabo	B2 T2	43	26	31	Franco	5.94	2.45	0.12	5.57	89.72	6.49	5.31	0.95	0.16	0.07	0.00	0.00	6.49	100	0	0	
7	S01073	Nabo	B2 T3	43	24	33	Franco	6.16	2.53	0.13	6.75	116.95	7.42	6.10	1.02	0.22	0.09	0.00	0.00	7.42	100	0	0	
8	S01074	Nabo	B2 T4	45	22	33	Franco	6.75	2.82	0.14	8.42	140.44	8.40	6.83	1.19	0.28	0.11	0.00	0.00	8.40	100	0	0	
9	S01075	Nabo	B3 T1	45	24	31	Franco	6.10	2.08	0.10	5.18	83.36	5.63	4.67	0.77	0.13	0.06	0.00	0.00	5.63	100	0	0	
10	S01076	Nabo	B3 T2	47	22	31	Franco	5.98	2.41	0.12	5.58	84.96	6.49	5.30	0.96	0.16	0.06	0.00	0.00	6.49	100	0	0	
11	S01077	Nabo	B3 T3	47	24	29	Franco	6.15	2.69	0.13	6.79	116.45	7.46	6.13	1.02	0.21	0.10	0.00	0.00	7.46	100	0	0	
12	S01078	Nabo	B3 T4	43	24	33	Franco	6.27	2.80	0.14	8.51	137.94	8.31	6.80	1.11	0.27	0.13	0.00	0.00	8.31	100	0	0	
13	S01079	Nabo	B4 T1	49	24	27	Franco	6.15	2.16	0.11	5.22	83.81	5.74	4.70	0.82	0.16	0.07	0.00	0.00	5.74	100	0	0	
14	S01080	Nabo	B4 T2	43	24	33	Franco	5.99	2.53	0.13	5.63	90.96	7.10	5.84	1.00	0.18	0.08	0.00	0.00	7.10	100	0	0	
15	S01081	Nabo	B4 T3	43	24	33	Franco	6.18	2.74	0.14	6.83	118.95	7.56	6.21	1.03	0.23	0.10	0.00	0.00	7.56	100	0	0	
16	S01082	Nabo	B4 T4	45	22	33	Franco	6.91	2.86	0.14	8.83	145.94	8.59	6.94	1.21	0.29	0.15	0.00	0.00	8.59	100	0	0	

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
RECIBO No. 0640310
TINGO MARIA, 16 DE DICIEMBRE 2021

[Handwritten signature]
Mansilla Mingo
JEFE



Figura 22. Análisis final de suelos.



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:			SMITH CRUZ REYES					PROCEDENCIA:					FUNDO UNAS - RUPA RUPA - LEONCIO PRADO - HUANUCO				
DATOS DE LA MUESTRA			RESULTADOS EN BASE HUMEDA			RESULTADOS EN BASE SECA											
Código	Cultivo	Referencia	Humedad Hd (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
M 1083	Nabo	T1 B1	11.40	66.97	21.63	75.59	24.41	2.52	1.4715	0.9602	0.0136	0.0685	0.2775	0.9545	4.8654	4.6578	4.3589
M 1084	Nabo	T1 B2	11.44	68.77	19.79	77.66	22.34	2.53	1.4919	0.9625	0.0138	0.0682	0.2777	0.9653	4.9960	4.8775	4.5501
M 1085	Nabo	T1 B3	11.85	67.00	21.15	76.01	23.99	2.60	1.5221	0.9671	0.0141	0.0696	0.2770	1.0209	4.8778	4.6736	4.5489
M 1086	Nabo	T1 B4	13.13	69.60	17.27	80.12	19.88	2.58	1.4727	0.9804	0.0145	0.0714	0.2778	0.9948	4.9109	5.0604	4.6003
M 1087	Nabo	T2 B1	10.85	66.78	22.37	74.91	25.09	2.72	1.6524	0.9511	0.0144	0.0743	0.3072	1.2011	13.6277	5.3666	5.3531
M 1088	Nabo	T2 B2	10.81	68.87	20.32	77.22	22.78	2.64	1.6616	0.9558	0.0145	0.0745	0.3056	1.2053	13.8524	5.4378	5.3947
M 1089	Nabo	T2 B3	12.83	67.71	19.45	77.68	22.32	2.96	1.7288	0.9772	0.0146	0.0784	0.3074	1.3641	13.9844	5.3874	5.5193
M 1090	Nabo	T2 B4	11.83	67.11	21.06	76.12	23.88	2.73	1.6836	0.9666	0.0146	0.0742	0.3071	1.2302	13.6629	5.4992	5.4425
M 1091	Nabo	T3 B1	12.54	61.58	25.88	70.41	29.59	2.94	1.7088	1.0032	0.0149	0.0718	0.3155	1.0001	9.9314	5.5142	4.9545
M 1092	Nabo	T3 B2	15.18	65.66	19.16	77.41	22.59	2.97	1.7530	1.0045	0.0150	0.0736	0.3219	1.0428	9.9564	5.4201	4.9487
M 1093	Nabo	T3 B3	11.93	67.76	20.32	76.93	23.07	2.92	1.7091	0.9679	0.0139	0.0794	0.3060	1.1013	10.0369	5.6770	5.0525
M 1094	Nabo	T3 B4	9.99	69.75	20.25	77.50	22.50	2.86	1.7166	0.9464	0.0141	0.0708	0.3052	1.0047	9.7252	5.3455	4.9792
M 1095	Nabo	T4 B1	10.79	68.88	20.33	77.21	22.79	3.08	1.8745	0.9654	0.0158	0.0842	0.3199	1.4335	15.6580	5.1991	5.9545
M 1096	Nabo	T4 B2	11.21	69.07	19.72	77.79	22.21	3.15	1.8982	0.9596	0.0153	0.0841	0.3279	1.4520	15.5898	5.2904	5.8532
M 1097	Nabo	T4 B3	11.60	69.78	18.61	78.94	21.06	3.04	1.9165	0.9638	0.0161	0.0847	0.3206	1.4811	17.3544	5.1441	5.7660
M 1098	Nabo	T4 B4	9.77	67.70	22.53	75.03	24.97	3.10	1.8624	0.9448	0.0152	0.0789	0.3172	1.3686	16.8782	5.3749	5.7073

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 001-0640310

Tingo Maria 16 de diciembre 2021

[Handwritten signature]



Figura 23. Análisis de nabo.