

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS
VARIEDADES DEL CULTIVO DE NABO (*Brassica napus* L.) BAJO
TRES NIVELES DE ABONAMIENTO ORGÁNICO EN EL CENTRO
EXPERIMENTAL DE KALLUTACA EN EL DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

Por:

Wilson Virgilio Choque Condori

EL ALTO – BOLIVIA

Octubre, 2024

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DEL
CULTIVO DE NABO (*Brassica napus* L.) BAJO TRES NIVELES DE ABONAMIENTO
ORGÁNICO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE KALLUTACA EN EL
DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

*Tesis de Grado presentado
como requisito para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

Wilson Virgilio Choque Condori

Asesores:

M. Sc. Lic. Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez

Tribunal Revisor:

Lic. Ing. Vicky Ruth Villca Calle

Lic. Ing. Isaac Elias Condori Tinta

Lic. Ing. Walter Fernandez Molina

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador

DEDICATORIA:

De todo corazón a quien hizo posible que este trabajo de investigación se realice a DIOS quien fue mi maestro, mi compañero y mi amigo.

También a mi madre Asunta Condori por su nobleza, perseverancia y amor que dedica cada día todo su esfuerzo para lograr en mi este triunfo esperado.

A mis hermanos, mis abuelos, además a mis familiares y amigos quienes me supieron apoyar en todo momento para poder finalizar una de las metas propuestas en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por a verme dado vida, quien fue un gran amigo y que me acompañó en todo momento y por permitirme lograr mis metas.

A mi madre Asunta Condori por darme la confianza y con el apoyo incondicional económico, moral y realizarme como persona. A mis hermanos por el apoyo moral y a toda mi familia así también a una persona muy especial que estuvo en todo momento apoyándome y dándome fuerzas a seguir adelante.

A la Universidad Pública de El Alto, Carrera de Ingeniería Agronómica, por haber hecho un papel importante en mi formación académica. Del mismo modo, al cuerpo docente por haberme transmitido sus conocimientos y valores; mis agradecimientos más sinceros a ellos.

Al Ing. M. Sc. Ramiro Raúl Ochoa Torrez, asesor quien con su experiencia de trabajo supo guiarme en la elaboración de este trabajo de investigación que es de vital importancia y su constante apoyo.

También a la Ing. Vicky Ruth Villca Calle, al Ing. Isaac Elias Condori Tinta, al Ing. Walter Fernandez Molina que me brindaron su valiosa aportación en mi trabajo y correcciones acertadas a su debido tiempo para la culminación de mi trabajo.

A todos mis amigos (as) y compañeros (as) de la Carrera de Ingeniería que me brindaron su colaboración, su compañía, su amistad y comprensión en el transcurso de mi formación universitaria.

CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS	i
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
ABREVIATURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii

ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Hipótesis.....	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Características generales del cultivo de nabo	4
2.2. Taxonomía del cultivo de nabo	4
2.3. Descripción morfológica del cultivo de nabo	5
2.3.1. Planta.....	5
2.3.2. Raíz	5
2.3.3. Tallo	5
2.3.4. Hoja	6
2.3.5. Flor.....	6

2.4.	Propiedades nutritivas del nabo	6
2.5.	Condición edafológica del cultivo de nabo	7
2.5.1.	Temperatura y clima.....	7
2.5.2.	Suelo.....	8
2.6.	Manejo del cultivo de nabo	8
2.6.1.	Siembra.....	8
2.6.2.	Densidad de siembra	8
2.6.3.	Calidad de semilla.....	9
2.7.	Variedades de cultivo de nabo	9
2.7.1.	Purple Top White	9
2.7.2.	Rondo Coll. Viola	10
2.8.	Labores culturales.....	10
2.8.1.	Raleo	10
2.8.2.	Riego	10
2.8.3.	Control de malezas	11
2.8.4.	Cosecha.....	11
2.9.	Rendimiento.....	12
2.10.	Fertilización.....	12
2.11.	Requerimiento de nutrientes	13
2.12.	Características del abono orgánico	14
2.12.1.	Importancia de la materia orgánica en el suelo	14
2.12.2.	Abono orgánico	14
2.12.3.	Humus de lombriz	15
2.12.4.	Composición química del humus lombriz	15
2.12.5.	Ventajas del humus de lombriz	16
2.12.6.	Dosis de humus en diferentes cultivos	17

2.13.	Beneficio Costo.....	18
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1.	Localización	19
3.1.1.	Ubicación Geográfica.....	19
3.1.2.	Características Edafoclimáticas	20
3.1.2.1.	Clima.....	20
3.1.2.2.	Suelo.....	20
3.1.2.3.	Flora.....	20
3.2.	Materiales	21
3.2.1.	Material biológico	21
3.2.1.1.	Variedades de nabo	21
3.2.2.	Insumos	21
3.2.3.	Material de campo.....	21
3.2.4.	Material de gabinete.....	22
3.3.	Metodología.....	22
3.3.1.	Procedimiento experimental.....	22
3.3.1.1.	Infraestructura de la carpa solar.....	22
3.3.1.2.	Muestreo del suelo	22
3.3.1.3.	Preparación del terreno.....	23
3.3.1.4.	Instalación de cinta de goteo.....	23
3.3.1.5.	Aplicación de riego.....	24
3.3.1.6.	Delimitación del área de estudio.....	25
3.3.1.7.	Aplicación de humus de lombriz en las unidades experimentales	25
3.3.1.8.	Siembra del cultivo de nabo	26
3.3.1.9.	Labores culturales.....	26
3.3.1.9.1.	Raleo.....	26

3.3.1.9.2.	Control de malezas	27
3.3.1.9.3.	Aporque	27
3.3.1.9.4.	Cosecha	27
3.3.2.	Diseño experimental	27
3.3.3.	Factores de estudio.....	28
3.3.3.1.	Formulación de tratamientos	29
3.3.4.	Variables de respuesta.....	29
3.3.4.1.	Altura de planta (cm)	29
3.3.4.2.	Peso fresco de la raíz comercial (g)	29
3.3.4.3.	Diámetro de raíz (cm).....	29
3.3.4.4.	Longitud de raíz (cm)	29
3.3.4.5.	Rendimiento (t/ha).....	30
3.3.4.6.	Análisis económico.....	30
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1.	Características climáticas	32
4.1.1.	Temperatura	32
4.2.	Características edafológicas	33
4.2.1.	Análisis físico – químico del suelo	33
4.2.2.	Clasificación del estatus de la fertilidad del suelo.....	34
4.2.3.	Análisis químico del humus de lombriz.....	35
4.2.4.	Sistema de riego por goteo	36
4.2.5.	Humedad relativa del ambiente	36
4.3.	Variables de respuesta	37
4.3.1.	Altura de planta (cm)	37
4.3.2.	Peso fresco de la raíz comercial (g)	40
4.3.3.	Diámetro de la raíz (cm).....	43

4.3.4.	Longitud de raíz (cm)	46
4.3.5.	Rendimiento (t/ha).....	49
4.3.6.	Análisis económico	52
4.3.6.1.	Ingreso bruto	52
4.3.6.2.	Ingreso neto	53
4.3.6.3.	Relación beneficio costo.....	54
5.	CONCLUSIONES.....	55
6.	RECOMENDACIONES.....	56
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	57
8.	ANEXOS	63

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Composición nutricional por 100 gramos de porción comestible	7
Cuadro 2.	Composición química del humus lombriz	16
Cuadro 3.	Dosis de humus de lombriz en los cultivos	18
Cuadro 4.	Cálculo de fertilización	34
Cuadro 5.	Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm).....	37
Cuadro 6.	Promedio de altura de planta (cm) de variedades de nabo con diferentes niveles de humus de lombriz.....	39
Cuadro 7.	Análisis de varianza para para la variable de peso fresco de la raíz comercial (g).....	40
Cuadro 8.	Promedios del peso fresco de la raíz comercial (g) de dos variedades de nabo con diferentes niveles de humus de lombriz.....	42
Cuadro 9.	Análisis de varianza para para la variable de diámetro de raíz (cm).....	43
Cuadro 10.	Promedios de diámetro de raíz (cm) de dos variedades de nabo con diferentes niveles de humus de lombriz	45
Cuadro 11.	Análisis de varianza para para la variable de longitud de raíz (cm)	46
Cuadro 12.	Promedios de la longitud de raíz (cm) de dos variedades de nabo con diferentes niveles de humus de lombriz	48
Cuadro 13.	Análisis de varianza para para la variable de rendimiento (t/ha).....	49
Cuadro 14.	Promedios de rendimiento (t/ha) de dos variedades de nabo con diferentes niveles de humus de lombriz.....	51
Cuadro 15.	Ingreso bruto por tratamiento	52
Cuadro 16.	Ingreso neto por tratamiento	53
Cuadro 17.	Relación beneficio/costo por tratamiento.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación de la zona de estudio (GoogleEarth, 2024).....	19
Figura 2.	Características de la carpa solar utilizado en la investigación	22
Figura 3.	Desterronado del suelo con motocultor	23
Figura 4.	Riego por cinta de goteo todos los tratamientos.....	24
Figura 5.	Delimitación del área experimental	25
Figura 6.	Incorporación de humus de lombriz	25
Figura 7.	Siembra de nabo de las dos variedades de nabo colocando tres semillas por golpe.....	26
Figura 8.	Raleo de las plántulas de nabo de las dos variedades.....	26
Figura 9.	Cosecha del cultivo de nabo	27
Figura 10.	Temperatura registrada dentro de la carpa solar durante el ciclo del nabo	32
Figura 11.	Humedad relativa dentro de la carpa solar	36
Figura 12.	Medias de altura de planta (cm) de dos variedades de nabo.....	38
Figura 13.	Prueba de medias de Duncan de altura de planta (cm) con diferentes niveles de humus de lombriz.....	38
Figura 14.	Prueba de medias Duncan de peso fresco de la raíz comercial (g) de dos variedades del nabo.....	41
Figura 15.	Prueba de medias de Duncan de peso fresco de la raíz comercial (g) con diferentes niveles de humus de lombriz	41
Figura 16.	Prueba de medias Duncan de diámetro de raíz (cm) de dos variedades del nabo.....	44
Figura 17.	Prueba de medias de Duncan de diámetro de raíz (cm) con diferentes niveles de humus de lombriz.....	44
Figura 18.	Prueba de medias Duncan de longitud de raíz (cm) de dos variedades de nabo.....	47
Figura 19.	Prueba de medias de Duncan de longitud de raíz (cm) con diferentes niveles de humus de lombriz.....	47

Figura 20.	Promedio de rendimiento (t/ha) de dos variedades del nabo.....	50
Figura 21.	Prueba de medias de Duncan de rendimiento (t/ha) con diferentes niveles de humus de lombriz.....	50

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Croquis del experimento	63
Anexo 2.	Análisis físico- químico de suelos.....	64
Anexo 3.	Análisis del abono orgánico Humus de lombriz	65
Anexo 4.	Análisis de agua de Kallutaca	66
Anexo 5.	Calculó de lámina de agua en el ciclo del cultivo de nabo.....	67
Anexo 6.	Calculó de análisis físico químico del suelo.....	68
Anexo 7.	Cálculo de análisis químico muestra orgánica (humus de lombriz)	70
Anexo 8.	Costos de producción de tratamiento 1 (V. Purple Top White - 0 kg de humus de lombriz)	73
Anexo 9.	Costos de producción de tratamiento T2 (V. Purple Top White - 0,250 kg de humus de lombriz)	74
Anexo 10.	Costos de producción de tratamiento T3 (V. Purple Top White - 0,500 kg de humus de lombriz)	75
Anexo 11.	Costos de producción de tratamiento T4 (V. Rondo Coll. Viola - 0 kg de humus de lombriz)	76
Anexo 12.	Costos de producción de tratamiento T5 (V. Rondo Coll. Viola - 0,250 kg de humus de lombriz)	77
Anexo 13.	Costos de producción de tratamiento T6 (V. Rondo Coll. Viola - 0,500 kg de humus de lombriz)	78
Anexo 14.	Semillas de nabo de las dos variedades	79
Anexo 15.	Desterronado del suelo con motocultor y nivelado	79
Anexo 16.	Desinfección del suelo en el área experimental.....	80
Anexo 17.	Tendido de cinta de riego por goteo y delimitación de área de estudio	80
Anexo 18.	Incorporación de humus de lombriz y siembra de semilla de dos variedades de nabo en los diferentes tratamientos	81
Anexo 19.	Emergencia del cultivo de nabo en los diferentes tratamientos	81

Anexo 20.	Crecimiento del cultivo a las 4 semanas y 5 semanas de las dos variedades.....	82
Anexo 21.	Crecimiento de las hojas a las 9 semanas de las dos variedades de nabo	82
Anexo 22.	Hinchazón de raíz a la cobertura foliar completa.....	83
Anexo 23.	Maduración de la raíz para la cosecha de las dos variedades de nabo	83
Anexo 24.	Cosecha del cultivo de nabo en canastas para el lavado y toma de datos	84
Anexo 25.	Lavado de la raíz de nabo en tachos grandes.....	84
Anexo 26.	Corte de las hojas y peso de la raíz del cultivo de nabo	85
Anexo 27.	Toma de datos del cultivo de nabo después de la cosecha.....	85
Anexo 28.	Peso de la raíz de nabo y peso de la raíz de nabo por bolsa	86
Anexo 29.	Equipo de trabajo al momento de la cosecha del cultivo de nabo	86

ABREVIATURAS

m	Metros
cm	Centímetro
km	kilometro
mm	Milímetros
g	Gramos
mg	Miligramos
kg	Kilogramo
ha	Hectárea
m s.n.m.	Metros sobre el nivel mar
vc	Valor cultural
t	Tonelada
m ²	Metro cuadrado
°C	Grados centígrados
%	Porcentaje
dS	DeciSiemens
>	Mayor que
<	Menor que

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Centro Experimental de Kallutaca, ubicada en el Municipio de Laja, Provincia los Andes del departamento de La Paz, que está ubicada a 3.901 m s.n.m. con una latitud 16°31'10" sur, y una longitud 68°18'29" oeste. El centro experimental de Kallutaca se encuentra asentado junto a la carretera La Paz - Desaguadero, la misma se halla asfaltada y es transitable durante todo el transcurso del año. Su distancia aproximada de la ciudad de La Paz es de 26 km. Con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades del cultivo de nabo (*Brassica napus* L.) bajo tres niveles de abonamiento orgánico de humus de lombriz, los cuales fueron 0 kg/m² (testigo), 0,250 kg/m², 0,500 kg/m² en el ambiente atemperado. El diseño experimental utilizado fue Diseño de Bloques Completamente al Azar con arreglo bifactorial con seis tratamientos y tres repeticiones haciendo un total de dieciocho unidades experimentales. Donde el factor A corresponde a las variedades de nabo (Purple Top White y Rondo Coll. Viola), el factor B corresponde a abono orgánico (humus de lombriz). Se realizaron las labores culturales durante el crecimiento y desarrollo del cultivo, hasta los últimos días de cosecha. Los mejores resultados obtenidos en las variables de respuesta fueron; variable altura de planta: la variedad Rondo Coll. Viola presentó mayor crecimiento con 43,9 cm y Purple Top White obtuvo 42,7 cm. Respecto a la variable peso fresco de la raíz comercial la variedad Purple Top White mostró el mayor peso de raíz con 125,8 g y Rondo Coll. Viola obtuvo 118,3 g, así mismo en la variable diámetro de raíz la variedad Rondo Coll. Viola presentó mayor diámetro con 6,7 cm y la variedad Purple Top White 6,4 cm. En cuanto a la variable longitud de raíz la variedad Purple Top White mostró mayor longitud de 5,9 cm y la variedad Rondo Coll. Viola obtuvo 5,3 cm. Respecto al rendimiento la variedad Purple Top White con nivel de 0.250 kg/m² presentó 28,1 t/ha que comparado con el resto de los tratamientos fue favorable en la aplicación de abono orgánico humus de lombriz para incrementar la producción de nabo. En cuanto a la relación Beneficio/Costo todos los tratamientos resultaron ser rentables y aceptables; sin embargo, el más sobresaliente fue el tratamiento 2 la variedad Purple Top White con Bs. 1.30 para la producción de nabo.

ABSTRACT

The present work was carried out at the Kallutaca Experimental Center, located in the Municipality of Laja, Los Andes Province of the Department of La Paz, which is located at 3,901 m a.s.l. with a latitude of 16°31'10" south and a longitude of 68°18'29" west. The Kallutaca experimental center is located next to the La Paz - Desaguadero highway, which is paved and passable throughout the year. Its approximate distance from the city of La Paz is 26 km. The objective was to evaluate the agronomic performance of two varieties of turnip (*Brassica napus* L.) under three levels of organic fertilization with earthworm humus, which were 0 kg/m² (control), 0.250 kg/m², 0.500 kg/m² in the tempered environment. The experimental design used was a completely randomized block design with a bifactorial arrangement with six treatments and three replications, making a total of eighteen experimental units. Factor A corresponds to turnip varieties (Purple Top White and Rondo Coll. Viola), factor B corresponds to organic fertilizer (earthworm humus). The cultural tasks were carried out during the growth and development of the crop, up to the last days of harvest. The best results obtained in the response variables were: plant height variable: the variety Rondo Coll. Viola showed the greatest growth with 43.9 cm and Purple Top White obtained 42.7 cm. Regarding the variable fresh weight of the commercial root, the Purple Top White variety showed the highest root weight with 125.8 g and Rondo Coll. Viola obtained 118.3 g, likewise in the root diameter variable, the variety Rondo Coll. Viola had the largest diameter with 6.7 cm and Purple Top White 6.4 cm. As for the root length variable, the Purple Top White variety showed a greater length of 5.9 cm and the Rondo Coll. Viola obtained 5.3 cm. Regarding yield, the Purple Top White variety with a level of 0.250 kg/m² presented 28.1 t/ha, which compared to the rest of the treatments was favorable in the application of organic fertilizer worm humus to increase turnip production. In terms of the benefit/cost ratio, all the treatments were profitable and acceptable; however, the most outstanding was treatment 2, the Purple Top White variety, with Bs. 1.30 for turnip production.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de hortalizas en Bolivia es de aproximadamente 240.000 toneladas, produciéndose variedades de hortalizas como: lechuga, apio, brócoli, berenjena, pimentón, tomate, nabo, zanahoria, zapallo y otros; siendo una diversidad mayor a 30 especies, llegándose a consumir 15 kg/persona/año, en el área rural y 30,50 kg/persona/año en el área urbana (Choquemiza y Quispe, 2008).

En la región del altiplano boliviano, la producción agrícola enfrenta desafíos significativos debido a condiciones climáticas, como las bajas temperaturas y la limitada disponibilidad de agua estas condiciones adversas dificultan la producción de hortalizas.

En los últimos años la población dejó de lado los alimentos nutritivos como algunas hortalizas ya que dentro de ello se encuentra el nabo, en la actualidad no es muy apreciado este cultivo el cual se ha extendido en todo el mundo (Suárez *et al.*, 2022).

El nabo que se adapta muy bien a los climas fríos, pertenece a la familia de las Crucíferas, que engloba 380 géneros y unas 3.000 especies propias de regiones templadas y frías del hemisferio norte. La importancia de esta familia de hortalizas, a la que también pertenecen las coles y los berros, reside en que contienen compuestos de azufre considerados como potentes antioxidantes que ayudan a prevenir enfermedades (Flores, 2000).

El cultivo de nabo es una hortaliza nutritiva y de bajo aporte calórico que aporta beneficios para la salud digestiva, el sistema inmunológico y el metabolismo energético. Actualmente la producción de este cultivo requiere de insumos que no causen efectos adversos al suelo por esta razón el uso del humus de lombriz se adecua a métodos enmarcados dentro de la producción orgánica y su aporte al cultivo es fundamental no solo en el desarrollo del cultivo si no también desempeñan un papel importante en el crecimiento.

1.1. Planteamiento del problema

Uno de los mayores problemas es la baja producción especialmente en el cultivo de nabo debido a la escasa calidad de suelo, en nutrientes que no son aprovechados por este cultivo ya que si no se da solución al bajo rendimiento y producción seguirá afectando en los ingresos de los productores y la pérdida de diversidad de cultivos.

En el país hay sectores del altiplano donde existen problemas en la fertilidad de suelos siendo estos pobres en materia orgánica; esta misma situación se expresa en las carpas solares de Kallutaca en la cual no son aprovechados en su totalidad, así mismo afecta en diferentes cultivos haciendo que sus rendimientos sean muy bajos por la cual los productores optan por el uso de fertilizantes químicos u otros cultivos.

1.2. Justificación

La presente investigación consiste en la aplicación de abono orgánico (humus de lombriz) para la producción del cultivo de nabo debido a que el cultivo requiere buena fertilidad de suelo y en materia orgánica ya que las carpas solares presentan suelos pobres en el contenido de materia orgánica, el cual afecta al bajo rendimiento y calidad en diferentes hortalizas.

Con la incorporación de este abono orgánico humus de lombriz que se obtiene de la transformación de residuos orgánicos, por medio de la lombriz roja de California el cual posee un alto contenido de macro y oligoelementos ya que permite el aprovechamiento de mejorar las propiedades físicas, químicos y biología del suelo así también incrementar el rendimiento del cultivo de nabo bajo condiciones de carpa solar en especial en lugares climáticos adversos, dando una alternativa de mejorar la calidad de producción e ingresos económicos de los agricultores.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades del cultivo de nabo (*Brassica napus* L.) bajo tres niveles de abonamiento orgánico en el Centro Experimental de Kallutaca en el departamento de La Paz.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar las características agronómicas de dos variedades de nabo (*Brassica napus* L.) con aplicación de humus de lombriz en carpa solar de Kallutaca.
- Determinar el rendimiento de dos variedades de nabo (*Brassica napus* L.) con diferentes tratamientos de humus de lombriz.
- Analizar los beneficios/costos de la producción de dos variedades de cultivo de nabo (*Brassica napus* L.) con diferentes niveles de humus de lombriz.

1.4. Hipótesis

- La evaluación del comportamiento agronómico de dos variedades del cultivo de nabo (*Brassica napus* L.) bajo tres niveles de abonamiento orgánico en el centro experimental de Kallutaca en el departamento de La Paz no tiene diferencias significativas.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Características generales del cultivo de nabo

Eroski (2020), menciona que el nabo es origen de Europa, aunque también se ha propuesto como posible centro de origen Asia Central. Se cree que fue la base de alimentación de las tribus primitivas que poblaron Europa. Hace casi cuatro milenios se cultivó por vez primera y con posterioridad, fue muy apreciado por griegos y romanos. Ambas civilizaciones desarrollaron nuevas variedades a partir del nabo silvestre. Durante la Edad Media, el nabo constituyó uno de los alimentos de mayor relevancia. En la actualidad se produce en las regiones templadas y frías de todo el mundo.

Rios y Ortiz (2022), menciona que el origen del nabo se lo ha determinado de forma concluyente, aunque parece ser que las variedades de nabo de pequeño tamaño se originaron en la región mediterránea mientras que los grandes nabos pudieron originarse en Japón o China.

Pineda (2015), relata la producción mundial es de 42.814.538 toneladas por año de nabos y los principales productores China, Uzbekistán, Rusia, Estados Unidos de América y Ucrania.

2.2. Taxonomía del cultivo de nabo

La descripción taxonómica del nabo según Condori (2018), es la siguiente:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Capparales
Familia	: Cruciferae
Genero	: <i>Brassica</i>
Especie	: <i>Brassica napus</i> L.

2.3. Descripción morfológica del cultivo de nabo

2.3.1. Planta

Es una planta erecta bianual, con hojas hendidas y de márgenes festoneados de aproximadamente 30 a 150 cm de longitud el tallo floral es liso y las flores son de color amarillo, la polinización es alógama (Mamani, 2020).

2.3.2. Raíz

La raíz se consume antes de que florezcan, pero su estructura más característica se encuentra bajo tierra, ya que posee una raíz tuberosa, bulbosa (aplanada, alargada, redondeada) carnosa, que se hincha hasta alcanzar tamaños que pueden llegar a medir de 5 -15 cm de diámetro (Serrano, 2000).

Hernández y Díaz (2009), indica que la raíz del nabo varía en forma según la variedad, pero típicamente es redonda, globosa o ligeramente cónica. Las dimensiones promedio de la raíz pueden oscilar entre 5 y 20 centímetros de diámetro y 5 a 30 centímetros de longitud, dependiendo de la variedad y las condiciones de cultivo.

Mendoza (2022), menciona que la raíz puede presentar forma redondeada, aplanada o cilíndrica el tamaño del nabo depende de la variedad, entre 12 y 15 centímetros de longitud. Su peso medio es de unos 100 - 200 g está cubierta por una piel fina de color blanco que, en ocasiones puede llegar a presentar una coloración roja verde o púrpura en el extremo superior.

El peso de los nabos puede variar según la variedad y las condiciones de crecimiento. Por lo general, pesan entre 50 y 200 gramos. Los más pequeños, hasta 5 cm de diámetro, pueden pesar entre 50 y 100 gramos, mientras que los medianos, de 5 a 8 cm, suelen tener un peso de 100 a 200 gramos (Martínez *et al.*, 2021).

2.3.3. Tallo

González (2019), menciona que el tallo del nabo es corto y generalmente se encuentra casi enterrado en el suelo, el color suele ser verde pálido a verde oscuro. Esta característica se debe a que la planta acumula su energía principalmente en la raíz, que es la parte comestible.

2.3.4. Hoja

Las hojas son de forma lobulada, con los bordes festoneados, la extremidad de los lóbulos es más largas al de la base. Su color es verde medio según el tipo de variedad de la especie, al momento de tocarlo es áspero debido a los tricomas o pelos que presenta (Condori, 2018).

Espinoza y Diana (2009), menciona que son hojas liradas, con varios segmentos laterales y uno terminal mucho mayor y dentado, son carnosas y se compone generalmente de ocho a doce ramas erectas de 30 a 50 cm de longitud con hojas de 7 a 12 cm de ancho, son usualmente de color verde claro, delgado y presenta vellosidades.

Las hojas del nabo típicamente pueden variar en tamaño, pero generalmente oscilan entre 15 a 40 cm de longitud, dependiendo de la variedad. A medida que la planta madura, comienza a formar una roseta basal de hojas. Esta roseta es la estructura principal desde donde se desarrollará la planta. Pueden desarrollarse entre 5 a 10 hojas grandes en la roseta basal, dependiendo condiciones de cultivo (Galarza, 2007).

2.3.5. Flor

Ramos (2022), indica que lleva flores amarillas, cruciformes, reunidas en racimos compuestos tienen de 1,5 a 2 cm de diámetro, estas flores se transforman en un fruto llamado silicua, que contiene de 15 a 20 semillas esféricas, pequeñas, marrones o negras.

2.4. Propiedades nutritivas del nabo

Eroski (2020), menciona que el 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. Respecto al contenido vitamínico, aporta una apreciable cantidad de vitamina C y cantidades discretas de vitaminas del grupo B (B6, B3, B1 y B2). Carece de vitamina A y de vitamina E, abundantes en otras verduras y hortalizas.

El mismo autor indica que posee la acción de potente antioxidante el cual interviene en la formación de colágeno, huesos, dientes, glóbulos rojos, favorece la absorción del hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones. Como se aprecia en el siguiente cuadro 1.

Cuadro 1. Composición nutricional por 100 gramos de porción comestible

Compuesto	Cantidad en 100 g
Agua	92,7 g
Carbohidratos	4,6 g
Grasas	0,2 g
Proteínas	1,9 g
Fibra	1 g
Cenizas	0,6 g
Calorías	23 cal
Calcio	168 mg
Sodio	78 mg
Fosforo	52 mg
Potasio	420 mg
Hierro	2,6 mg
Tiamina	0,1 mg
Riboflavina	0,18 mg
Niacina	0,7 mg
Ácido ascórbico	47 mg

Fuente: Espinoza y Diana (2009)

2.5. Condición edafológica del cultivo de nabo

2.5.1. Temperatura y clima

Las condiciones de temperatura óptima para el crecimiento y desarrollo del nabo deben oscilar entre los 10 y 26 °C, soporta temperaturas muy frías no obstante es importante resaltar que el nabo resiste el encharcamiento generado por el exceso de precipitaciones (Castillo, 2020).

Se trata de una especie que necesita de climas templados y fríos tiene una buena resistencia contra heladas de hasta - 4 °C, la temperatura ideal para el desarrollo y crecimiento del nabo se encuentran alrededor de los 20 °C y 28 °C siempre que tengan buen suministro de agua (Morales, 2018).

2.5.2. Suelo

Gomez (2015), menciona un suelo franco - arenoso, ligero, bien drenado y húmedo con suficiente materia orgánica que benefician el crecimiento, el pH del suelo oscila entre 6 y 7. Puede tolerar suelos más ácidos y más alcalinos, de 4,2 a 7,8.

Según Cordonez (2017), señala un pH bueno para la planta sería el comprendido entre 6,5 y 7 y si es menor es importante encalar. A este cultivo, en ningún momento de su desarrollo debe faltarle humedad en el suelo, de la misma manera en cuanto al suelo debe poseer buen contenido de materia orgánica, profundos y textura franca.

Chang (2022), menciona que debe tener texturas medias con buena aireación y evitar los suelos pesados mal drenados, que pueden causar problemas en el desarrollo de la raíz. Su pH ideal está entre 5,5 y 6,8 para favorecer su desarrollo vegetativo. Se requieren suelos sueltos, con muy buen drenaje y capacidad de retención de humedad.

2.6. Manejo del cultivo de nabo

2.6.1. Siembra

Vasquez (2021), menciona que la siembra es directa y se realiza a 1 cm de profundidad (tres veces su tamaño), puede ser realizada en hoyitos colocando dos o tres semillas por golpe o a choro continuo en surco, germinan de aproximadamente de una semana.

Ramos (2022), señala posicionar las semillas en el suelo ofreciéndoles la capacidad de germinar rápidamente a una profundidad adecuada normalmente entre 2 y 3 cm y de desarrollarse minimizando la competencia con las otras plántulas (espacio entre plantas), las semillas, de pequeño tamaño, germinan en cuatro o cinco días aproximadamente, dependiendo de la fecha de siembra.

2.6.2. Densidad de siembra

Serrano (2000), menciona que, sembrando al voleo, la cantidad de semilla que se utiliza de 4 kg/ha. Con maquinaria agrícola hasta 3 kg/ha en trabajos familiares emplear de 50 a 80 g por área: distancia entre surcos de 45 cm entre plantas 10 cm. Las siembras directas en el altiplano se las hace en forma directa.

Espinoza y Diana (2009), menciona que en este método se realiza aclareo de las plantas de modo que haya de 8 a 10 cm de separación entre ellas, y se procede a colocar las semillas en los surcos, procurando en superficies planas que ayuden al correcto desarrollo de la planta, la siembra se debe realizar esparciendo 5 - 6 kg de semilla por hectárea o bien, sembrando en hileras distanciadas 20 - 30 cm 3 - 3,5 kg de semillas por hectárea.

Castillo (2020), señala la siembra se realiza a una densidad que puede ir de los 20 a 60 cm entre surcos y de 1 hasta los 8 cm entre plantas.

Pizango (2022), indica la siembra se realiza de 0,30 m x 0,20 m, donde se coloca 3 semillas por golpe a 5 mm de profundidad cubriéndola con tierra.

2.6.3. Calidad de semilla

Jurado citado por Pascual (2015), señala que una semilla puede considerarse de buena calidad cuando reúne las siguientes condiciones:

- Las semillas deben ser uniformes en tamaño y color de acuerdo a la variedad.
- Poseer material sano y libre de impurezas.
- El tegumento (cubierta de protección) en un alto porcentaje no debe estar dañada.
- No debe tener olor fuerte, signo de mal conservación.
- El poder germinativo debe ser mayor a 90%.

Pujro (2002), indica que la cantidad de semilla para obtener buenos rendimientos, está determinada por las variedades locales, suelo y clima del lugar donde se quiere cultivar.

2.7. Variedades de cultivo de nabo

2.7.1. Purple Top White

La variedad Purple Top White, es originaria de Europa la raíz de forma globular con el ápice morado, las hojas son de color verde oscuro tiene un tamaño promedio de 8 - 12 cm de diámetro es una variedad de crecimiento rápido con un ciclo aproximadamente de 60 - 80 días, se adapta bien a climas templados y semi fríos, esta variedad puede alcanzar rendimientos promedios de 25 - 35 tn/ha (Fernandez, 2019).

2.7.2. Rondo Coll. Viola

Es una variedad de origen italiano, su crecimiento es rápido con un ciclo de 70 - 90 días desde la siembra hasta la cosecha, se adapta bien a climas templados y semi fríos, con preferencia de suelos bien drenados es de forma redondeada y ligeramente aplanada tiene un tamaño promedio de la raíz de 8 a 18 cm de diámetro, puede alcanzar rendimientos de 20 - 30 toneladas (Gutierrez, 2018).

2.8. Labores culturales

2.8.1. Raleo

Pizango (2022), menciona que el raleo se realiza con la finalidad de dejar una planta por golpe extrayendo 2 plantas menos desarrolladas.

AOPEB (2010), indica que el raleo se realiza cuando las plantas han emergido, se procede a ralear dejando a una distancia sobre los surcos comprendidas entre 10 y 20 cm en función del desarrollo de cultivar utilizado.

De la misma manera Cataños, citado por Pascual (2015), menciona que esta práctica se realiza cuando estas tienen 1 cm de altura es decir cuando se ha formado la tercera o cuarta hoja, se aclara entre las plantas una distancia de 10 a 15 cm.

2.8.2. Riego

Zapata (2015), menciona que después de la siembra mejor esperar la lluvia inmediata, o conviene regar después de la siembra, procurando que en lo sucesivo no falte la humedad. Cuando la época de siembra se realiza en verano deben regarse con frecuencia y con moderada cantidad de agua para que se cosechen los nabos tiernos y sabrosos.

Chang (2022), señala que el nabo requiere abundante agua, mucho más si se cultiva en zonas que posean climas tropicales o subtropicales, para lo cual lo idóneo sería realizar riegos en intervalos de dos días para mantener una humedad constante; este deberá darse periódicamente para así permitir su correcto crecimiento y desarrollo, donde la evapotranspiración potencial oscila entre los 400 y 600 mm.

Según Duran (2009), indica los datos proporcionados por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), este cultivo requiere entre 300 y 600 mm de agua

(300 litros a 600 litros) para desarrollar el primer ciclo de vida, es decir, siembra a producción comercial de raíces; además presenta una distribución de riego, tal y como se anota a continuación: al sembrar, ocho días después, cada diez días sub frecuentemente hasta cinco días antes de la cosecha, esta es una propuesta tentativa.

Así también Iribaren (2023), menciona por lo general, nabo necesita entre 25 mm de agua a la semana. Ese volumen debe distribuirse uniformemente en el riego semanal a medida que el clima se vuelve más cálido, es posible que tenga que suministrar más agua, pero en la mayoría de los casos, dos pulgadas por semana es una buena cantidad de referencia.

2.8.3. Control de malezas

Gomez (2015), señala que al realizar una deshierba es recomendable arrancar manualmente las malezas entre plantas e implementar herramientas como el azadón para sustraer las malezas entre hileras, este proceso se debe realizar por lo menos dos veces como mínimo durante el ciclo del cultivo.

Chang (2022), así mismo indica el primer deshierbe se realiza manualmente a los 20 días, el segundo deshierbe o aporque se realiza a los 35 días, esto se realiza con el propósito de un control manual de maleza, aflojar el suelo y así mismo permitir aireación del sistema radicular.

Choquemiza y Quispe (2008), señala que la maleza es una planta que crece en forma espontánea y compite con las plantas de un cultivo: por los nutrientes, el agua, por la luz y espacio necesario para los cultivos, además sirven de hospedero para la proliferación de patógenos e insectos dañinos afectando en el rendimiento de la calidad de los cultivos y causando pérdida al productor.

2.8.4. Cosecha

Vasquez (2021), menciona que después de 90 días se realiza la cosecha, considerando el estado de las raíces tiernas y cuando tienen el tamaño adecuado estén fibrosas, también es importante considerar la apariencia del diámetro, follaje y longitud de raíz.

Iribaren (2023), considera que el momento ideal para cosechar el nabo es cuando este alcanza un diámetro mínimo de 5 cm para verificar el tamaño, se remueve un poco la tierra alrededor del tallo del nabo el tiempo aproximado para la cosecha es de 3 meses.

Gomez (2015), indica que las raíces se cosechan a las 8 a 10 semanas, cuando aún están tiernas, siendo una planta de crecimiento muy rápido, esta se realiza en forma manual extrayendo toda la planta y cuidando de no arrancar las hojas. El tamaño apropiado para cosechar es entre 5 a 8 cm de diámetro, variando con el cultivar y los mercados.

2.9. Rendimiento

Ruano, citado por Pascual (2015), menciona que los rendimientos son muy variables y depende de factores como el cultivar, época de siembra, la vegetación del cultivo, el tamaño que deja alcanzar a la raíz, etc. La producción alcanza entre 25 a 40 t/ha.

Gomez (2020), señala que, bajo las condiciones agroecológicas de La Paz, se pueden obtener rendimientos de nabo en el rango de 15 a 18 toneladas por hectárea, dependiendo de la variedad utilizada y la zona de cultivo.

Vargas (2019), indica que, con una adecuada fertilización nitrogenada y fosforada, se pueden obtener rendimientos aún más altos de nabo, incluso superando las 20 toneladas por hectárea en las condiciones del Altiplano boliviano.

En el altiplano boliviano, el rendimiento promedio del nabo oscila entre 20 y 25 toneladas por hectárea (t/ha) en condiciones favorables climáticas y manejo óptimo del cultivo pueden llegar a tener un rendimiento de 30 t/ha (INIAF, 2024).

Por otra parte, Serrano (2000), menciona que se obtienen de 200 a 300 kg de nabos por área (100 m²). En otros países es corriente alcanzar hasta 500 kg/ha.

2.10. Fertilización

Choquemiza y Quispe (2008), mencionan que las hortalizas son muy exigentes en cuanto a los nutrientes, por tanto, se hace imprescindible incorporar abundante materia orgánica, previo análisis del suelo para aplicar las cantidades adecuadas de nutrientes y evitar excesos o deficiencias en su aplicación, que ayudaran a mejorar la fertilidad del suelo.

Pujro (2002), señala que los fertilizantes en las hortalizas se deben usar en cantidades necesarias, dependen de la reserva y disponibilidad de nutrientes en el suelo, y también de la clase de hortaliza que se va cultivar.

2.11. Requerimiento de nutrientes

Weil (2004), indica la dosis de fertilización para el cultivo de nabo:

- Nitrógeno (N): El nabo necesita entre 60 - 90 kg de N/ha para un buen desarrollo. Es importante aportar N en las etapas iniciales y durante el crecimiento vegetativo.
- Fósforo (P): El nabo requiere entre 30 - 50 kg de P_2O_5 /ha. El fósforo es esencial para el desarrollo radicular y la formación de la raíz.
- Potasio (K): El nabo necesita entre 80 - 120 kg de K_2O /ha. El potasio es importante para el engrosamiento y calidad de las raíces.

Así también el mismo autor menciona que puede alcanzar un rendimiento con esta extracción entre 20 a 25 toneladas.

Chilon (1997), menciona representan los valores promedios correspondientes a valores normales de suelo y las cantidades de cosecha que se menciona donde generalmente se obtengan rendimientos mayores de N: 120 tn/ha; P: 60 tn/ha y K: 190 tn/ha se estima un rendimiento de 40 toneladas de raíces.

Palomino (2010), menciona que la fertilización orgánica es una alternativa para la agricultura en el cual el cultivo de nabo es sensible a las aportaciones. Lo recomendable es abono de 40 kg de N; 128 kg de P_2O_5 y 164 kg de K_2O .

Según Garcia (2019), señala que los requerimientos de nutrientes para el cultivo de nabo, que pueden aplicarse en diversas condiciones, incluyendo en el altiplano. El nitrógeno es necesario para el crecimiento vegetativo del nabo, especialmente durante las primeras etapas de desarrollo se recomienda aplicar entre 60 - 120 kg de N por hectárea, dependiendo de la fertilidad del suelo. El fósforo es bueno para el desarrollo de raíces fuertes del nabo se suele recomendar una aplicación de aproximadamente 50 -100 kg de P_2O_5 por hectárea. El potasio es importante para la resistencia a enfermedades y para mejorar la calidad de los cultivos la recomendación típica es de 60 - 120 kg de K_2O por hectárea. Con estas cantidades de nutrientes bien equilibradas y administradas correctamente a lo largo del ciclo de cultivo, se podría esperar un rendimiento promedio de nabos en el rango de 25 a 45 toneladas por hectárea.

2.12. Características del abono orgánico

2.12.1. Importancia de la materia orgánica en el suelo

Salazar *et al.* (2015), menciona que para lograr un uso sustentable del suelo cuando se utilizan abonos orgánicos, es importante evaluar el suelo para conocer sus propiedades, seleccionar los sitios más idóneos y así minimizar riesgos de contaminación o degradación de la calidad del suelo.

A su vez Mamani (2018), indica la incorporación de abonos orgánicos al suelo serán convertidos en humus por la acción de los microorganismos liberando nutrientes para el aprovechamiento de las plantas. Para un buen abono, es importante conocer la calidad del suelo, el cultivo y el clima. Hay plantas que aportan nitrógeno al suelo, como las leguminosas, que mejora la fertilidad natural del suelo.

2.12.2. Abono orgánico

Guardo (2022), menciona que el abono orgánico es un tipo de material que surge de la descomposición natural de desechos vegetales o animales. Estos desechos, al degradarse, mineralizan el suelo y optimizan sus cualidades. Las características físicas, biológicas y químicas de la tierra se potencian, creando un suelo más sano y rico en nutrientes para las futuras cosechas.

El mismo autor indica que generalmente, la función de usar este tipo de abono es mejorar las cualidades de la tierra donde vas a cosechar o plantar. Esto es así porque el uso de fertilizantes orgánicos mejora la absorción y el drenaje del agua, mejorando así la formación de nutrientes.

Mamani (2018), menciona que se puede definir como un sistema agrícola de producción en que el productor no utiliza productos químicos para alimentar y mejorar la vida de su suelo, controlar los insectos y enfermedades que se encuentran en su unidad productiva o finca.

Según Santana (2015), señala que el abono orgánico es un producto natural resultado de la descomposición de materiales de origen vegetal, animal o mixto, que tiene la capacidad de mejorar la fertilidad y la estructura del suelo, mejora la capacidad de retención de la humedad, activa la capacidad biológica y mejora la producción de los cultivos, el más usado por los pequeños agricultores en el campo es el compost que es de fácil elaboración.

2.12.3. Humus de lombriz

Producto resultante de la transformación digestiva y metabólica de la materia orgánica, mediante la crianza sistemática de lombrices de tierra, denominada lombricultura, que se utiliza fundamentalmente como mejorador, recuperador o enmienda orgánica de suelos, abono orgánico, inoculante microbiano, enraizador, germinador, sustrato de crecimiento, entre otros usos (Ramos, 2007).

El humus de lombriz es un abono orgánico 100% natural, que se obtiene de la transformación de residuos orgánicos compostados, por medio de la Lombriz Roja de California. Mejora la porosidad y la retención de humedad, aumenta la colonia bacteriana y su sobredosis no genera problemas. Tiene las mejores cualidades constituyéndose en un abono de excelente calidad debido a sus propiedades y composición (Jaramillo y Muñoz, 2018).

La lombriz succiona su alimento, por ende, el lecho debe estar siempre húmedo, como referencia la humedad que se requiere para que la lombriz pueda realizar sus procesos vitales es del 70% a 80%. Se debe regar periódicamente de forma suave; el riego puede hacerse con manguera o regadera (Castillo, 2017).

El humus de lombriz es el resultado de la digestión de materia orgánica (compost, estiércol descompuesto, vegetales, etc.) por las lombrices, obteniéndose uno de los abonos orgánicos de mejor calidad. El humus aporta nutrientes al suelo (Nitrógeno, Fosforo, Potasio), mejora su calidad física, química y biológica (Rodríguez, 2018).

El mismo autor menciona, debido a su color oscuro, el humus, contribuye a la absorción de calor por el suelo y neutraliza los contaminantes, lo cual favorece la ecología al reducir problemas de contaminación.

2.12.4. Composición química del humus lombriz

Jaramillo y Muñoz (2018), manifiesta que la composición fisicoquímica del humus de lombriz varía en dependencia del tipo de alimento para las lombrices, del tiempo de producido del humus, de su estado de conservación y manejo de la cría de lombrices entre otros factores. Como se aprecia en el siguiente cuadro 2.

Cuadro 2. Composición química del humus lombriz

Propiedad	Concentración
Humedad	30 - 60%
PH	6,8 - 7,2
Nitrógeno	1 - 2,6%
Fosforo	2 - 8%
Potasio	1 - 2,5%
Calcio	2 - 8 %
Cobre	0,05%
Manganeso	0,006%
Magnesio	1 - 2,5%
Materia orgánica	30 - 70%
Carbono orgánico	14 - 30%
Ácidos fúlvicos	14 - 30%
Ácidos húmicos	2,8 - 5,8%
Sodio	0,02%
Hierro	0,02%
Relación C/N	10 - 11%
Fuente: Espinoza (2017)	

En su composición están presentes todos los nutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, manganeso, hierro, cobre, zinc, carbono, etc., en cantidad suficiente para garantizar el perfecto desarrollo de las plantas, además de un alto contenido en materia orgánica, que enriquece el terreno, comparado con otros abonos orgánicos tales como estiércoles de bovinos, cerdos, gallinaza etc. tiene la gran ventaja de que una tonelada de humus equivale a 10 toneladas de los estiércoles referidos. Está definido como un organismo vivo que actúa sobre las sustancias orgánicas del terreno donde se aplica. Contiene además buenas cantidades de fitohormonas (Infojardin, 2011).

2.12.5. Ventajas del humus de lombriz

Méndez y Viteri (2007), describe las siguientes ventajas del abono humus de lombriz

- Presenta ácidos húmicos y fúlvicos que por su estructura coloidal granular, mejora las condiciones del suelo, retiene la humedad y puede con facilidad unirse al nivel básico del suelo, mejorando su textura y aumentando su capacidad de retención de agua.

- Posee grandes cantidades de microorganismos benéficos al sustrato, que corresponden a los principales grupos fisiológicos del suelo.
- Ofrece a las plantas una fertilización balanceada y sana. Puede aplicarse de forma foliar sin que dañe la planta.
- Desintoxica los suelos contaminados con productos químicos.
- Incrementa la capacidad inmunológica y de resistencia contra plagas y enfermedades de los cultivos.
- Tiene una adecuada relación carbono nitrógeno que lo diferencia de los abonos orgánicos, cuya elevada relación ejerce una influencia negativa en la disponibilidad de nitrógeno para la planta.
- Presenta humatos, fitohormonas y rizógenos que propicia y acelera la germinación de las semillas, elimina el impacto del trasplante y al estimular el crecimiento de la planta, acorta los tiempos de producción.
- Favorece la circulación del agua y el aire. Las tierras ricas en Humus son esponjosas y menos sensibles a la sequía.
- Su pH neutro permite aplicarlo en contacto con la raíz, de forma que evita en un 100% el shock del trasplante y facilita la germinación de las semillas.
- Contiene sustancias que aumentan la capacidad inmunológica de las plantas, por lo que ayuda a controlar la aparición de plagas.
- Posee una importante carga bacteriana que degrada los nutrientes a formas asimilables por las plantas. También se incrementa la cantidad de ácidos húmicos.
- El estiércol de estas lombrices tiene cuatro veces más de nitrógeno, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y media más potasio que el mismo peso del estiércol bovino.
- Es de los abonos que más asimila las plantas a la respuesta orgánica.
- Su riqueza en microelementos lo convierte en uno de los fertilizantes completos ya que aporta a la dieta de la planta muchas de las sustancias necesarias para su metabolismo y las cuales muy frecuente carecen los fertilizantes químicos.

2.12.6. Dosis de humus en diferentes cultivos

Sánchez (2023), menciona que el humus de lombriz es un fertilizante de acción inmediata y de larga duración debido a la presencia de macro y micro nutrientes en forma fácilmente asimilables. La dosis de empleo de humus de lombriz para recuperación de terrenos es de 10000 kg/ha.

Guanche (2015), indica que la dosis de humus de lombriz, ya que se estima según el cultivo y su edad, a continuación, se muestra algunos ejemplos en el cuadro 3.

Cuadro 3. Dosis de humus de lombriz en los cultivos

Cultivo		Dosis
Frutales	Instalación	2 - 3 kg/árbol
	Mantenimiento	1 kg/árbol cada 2 – 4 meses según zona climática.
Hortalizas		1 kg/m ² ; 50 – 120 gramos/planta
Sustratos semilleros		Humus al 20%, mezclado con turba al 60% y arena o picón al 20%

Fuente: Guanche (2015)

2.13. Beneficio Costo

La relación de beneficio neto es la comparación sistemática entre el benéfico o resultado de una actividad y el costo a realizarse de esa actividad según Vasquez (2021), indica como regla básica del beneficio costo es una inversión será rentable si los beneficios son mayores que la unidad ($B/N > 1$), aceptable si es igual a la unidad de ($B/N = 1$) y no es rentable si es menor a la unidad ($B/N < 1$).

Mamani (2018), menciona que con el abono de gallina fue superior donde el B/C es de 1,18; indicando la rentabilidad del producto obtenido. Por cada boliviano invertido se recupera el capital y una ganancia de 0,18 Bs por boliviano invertido. Por el contrario, el tratamiento T0 (Testigo) con B/C de 0,75 indican que no es rentable.

Pascual (2015), señala la relación B/C cuando es menor a 1 existe perdida, pero sin embargo cuando la relación B/C es mayor a 1 significa que hay ganancia, por lo tanto, la variedad de Cuello Violeta Globo Blanco con abono liquido de estiércol es de 1,34 lo que indica que existe ganancia con la producción del cultivo de nabo.

Hualpa (2010), menciona el mayor B/C está en la variedad Cuello Violeta Globo Blanco con abono de gallinaza T4 dio un B/C de 1,27 lo cual nos indica que por 1 Bs invertido la ganancia será de 0,27 Bs, y el menos rentables es la variedad Pera Colo Roxo con estiércol de bovino T11 dio B/C de 1,12 el cual nos indica que por 1 Bs invertido de ganará 0,12 Bs.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

3.1.1. Ubicación Geográfica

El presente trabajo se realizó en el Centro Experimental de Kallutaca, ubicado en el Municipio de Laja, Provincia los Andes del departamento de La Paz, que está ubicado a 3901 m s.n.m. con una latitud $16^{\circ}31'10''$ sur, y una longitud $68^{\circ}18'29''$ oeste. El Centro Experimental de Kallutaca se encuentra asentado junto a la carretera La Paz - Desaguadero, la misma se halla asfaltada y es transitable durante todo el transcurso del año. Su distancia aproximada de la ciudad de La Paz es de 26 km (Guarachi, 2011).



Figura 1. Ubicación de la zona de estudio (GoogleEarth, 2024)

3.1.2. Características Edafoclimáticas

3.1.2.1. Clima

Según Guarachi (2011), el Centro Experimental de Kallutaca tiene un comportamiento de la temperatura media de 7,1 °C también se encuentra con temperaturas extremas mínimas de -10,8 a -11,0 °C en los meses de junio y julio indicando temperaturas bajo cero. En los meses de noviembre y diciembre se observa el comportamiento de las temperaturas máximas de 21,6 a 22,3 °C. Mismo autor señala que la humedad relativa en los meses de diciembre a marzo registra valores entre 64,5 a 71,0% (verano) de junio a agosto se evidencia valores promedios de 40,0 % (invierno).

SENAMHI (2024), señala que la Estación Experimental de Kallutaca presenta un clima frío, la temperatura máxima promedio es de 17,5 °C, la temperatura media oscila entre 9,5 °C, la temperatura mínima promedio desde - 5 °C., con una precipitación promedio de 435,6 mm y humedad relativa de 76% en promedio.

3.1.2.2. Suelo

En los predios del Centro Experimental de Kallutaca presenta suelos con texturas franco-arcillosas, la densidad aparente de 1,32 y 1,11 g/cm respectivamente. En cuanto al pH del suelo se reporta un valor de 7,4 y una conductividad eléctrica de 2.280 dS/cm, asimismo presentan una acumulación de 4,4 % de materia orgánica, con una pendiente mínima de 1%, casi a nivel, el drenaje superficial es lento debido a su textura y la pendiente (Guarachi, 2011).

3.1.2.3. Flora

Moñocopa (2012), señala que el Centro Experimental de Kallutaca, tiene la vegetación natural conformada en su mayor parte por: paja brava (*Achnatherum ichu*), tólares (*Parastephia sp*), añawayas (*Adesmia miraflorensis*), Chilligua (*Paspalum pignaeron*), cebadilla (*Bromus inermis*), diente de león (*Taraxacum officinalis*). Entre los principales cultivos se encuentran la papa (*Solanum tuberosum*) y la Cebada (*Hordium sativum*).

3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico

En la presente investigación se utilizaron dos variedades de nabo las cuales fueron importados por la semillería ISBOL de la ciudad de La Paz.

3.2.1.1. Variedades de nabo

- Variedad de nabo Purple Top White
- Variedad de nabo Rondo Coll. Viola

3.2.2. Insumos

- Humus de lombriz

3.2.3. Material de campo

- Cita métrica (50 m)
- Rastrillos
- Estacas de madera
- Lienza
- Letreros
- Regla metálica
- Picotas
- Chontas
- Guantes
- balde
- Marbetes
- Título
- Pala
- Balanza de precisión
- Vernier
- Cinta de agua
- Chinchas
- Scotch

3.2.4. Material de gabinete

- Computadora portátil (laptop)
- Calculadora
- Cuaderno de datos
- Cámara fotográfica digital
- Lápiz

3.3. Metodología

3.3.1. Procedimiento experimental

3.3.1.1. Infraestructura de la carpa solar

La carpa solar que fue utilizado tiene las siguientes características: Tipo túnel, con una medida de 40 m de largo, 10 m de ancho y 2 m de alto con una superficie de 400 m², ventana de 1,60 m por 1m permitiendo buena ventilación al interior de la carpa solar el techo cubierto por agrofilm de 250 micrones de espesor.



Figura 2. Características de la carpa solar utilizado en la investigación

3.3.1.2. Muestreo del suelo

El muestreo se realizó por el método de zig zag obteniendo 10 sub muestras a 30 centímetros de profundidad, las cuales fueron mezcladas y cuarteadas homogéneamente hasta obtener una muestra compuesta de 1 kg de suelo, que posterior a ello fue depositado en una bolsa de plástico, luego secado a temperatura de ambiente finalmente llevado al Laboratorio de Suelos y Aguas de la Facultad de agronomía (LAFASA) de la Universidad Mayor de San Andrés.

3.3.1.3. Preparación del terreno

La labranza primaria se inició con una limpieza de malezas existentes del cultivo anterior para lo cual se utilizó hoz y un motocultor. Consistió en la remoción del suelo a una profundidad de 30 cm aproximadamente en dos sentidos, una longitudinal y otra transversal, a una semana antes de la siembra con la finalidad de que algunos patógenos perjudiciales mueran con la remoción del suelo.

En la labranza secundaria se realizó la desinfección del suelo, tres días antes de la siembra con ayuda de una fumigadora a toda la superficie en la carpa solar, posterior se hizo limpieza de rastrojos y nivelación de terreno esto con ayuda de una picota, pala y rastrillo.



Figura 3. Desterronado del suelo con motocultor

3.3.1.4. Instalación de cinta de goteo

En un principio se instaló la válvula programable modelo PG - 6050 el cual VYR (2024), menciona las siguientes características:

- Funciona con 2 baterías AAA de 1,5 V alcalina.
- Tiene conexión superior para grifo de 3/4" o 1" con ajuste rotativo y juntas de caucho para su ajuste y sellado.
- Apertura y cierre manual del programador.
- Tiene mandos mecánicos rotativos.
- Número de programas: un programa secuencial.
- Número de inicios: Hasta 360 inicios diarios dependiendo de la frecuencia de riego.

- Tiempos de programación: desde 1 min. hasta 10 horas.
- Tiene mandos mecánicos rotativos.

Posteriormente se realizó la instalación de cinta de goteo colocando a una separación entre cinta de 50 cm y entre emisor (punto de goteo) de 30 cm estableciendo en cada tratamiento 3 cintas de goteo teniendo en cuenta 15 emisores, por bloque se tuvo 90 emisores con una longitud de 9 m y por el área experimental 270 emisores lo cual se utilizó con un caudal de 0,32 l/seg.



Figura 4. Riego por cinta de goteo todos los tratamientos

3.3.1.5. Aplicación de riego

Se procedió con la programación del riego único para las 2 fases fenológicas (emergencia y desarrollo) que corresponde a una aplicación de riego de 20 min con control automatizado de válvulas que contempla la frecuencia y tiempo de riego, esto significa que fue establecido para 24 hr (cada día) y el tiempo de riego fue establecido para 20 min en las horas picos de calor del día (14:00 p.m.) la lámina de riego establecido por día fue de 0,4 mm/ m² por día y la lámina por el tiempo del ciclo de cultivo de 90 días fue de 36 mm/m² lo que significa que se aplicó un volumen de riego total de 1.447 litros de agua (anexo 4) en los 270 emisores del área lo que genera una información por planta de 1,3 litros en el periodo de investigación.

Esta aplicación de lámina de riego mínima se debe a que el suelo cultivable se encuentra encima de un bofedal al respecto Smith (2023), menciona que los suelos de bofedal que se encuentran en áreas húmedas estos suelos se caracterizan por su alta saturación hídrica y su alto contenido de materia orgánica debido a la acumulación de restos vegetales, el suelo puede mantenerse verde durante gran parte del año, especialmente en áreas donde la humedad es constante y hay una alta disponibilidad de agua.

En caso de que el riego hubiera sido más de 20 minutos, el suelo podría volverse demasiado húmedo, lo cual aumentaría la salinidad y perjudicaría la fertilidad del suelo y la capacidad de las plantas para absorber nutrientes correctamente.

3.3.1.6. Delimitación del área de estudio

En cuanto a la delimitación se realizó con ayuda de una cinta métrica se midió la parcela con las dimensiones de largo 9 m, ancho 4,5 m con un total 40,5 m² establecidas en el croquis experimental (Anexo 2), marcando cada unidad experimental con ayuda de estacas de madera y cada unidad experimental tuvo las dimensiones de largo 1,5 m y ancho de 1,5 m con un área de 2,25 m².



Figura 5. Delimitación del área experimental

3.3.1.7. Aplicación de humus de lombriz en las unidades experimentales

La aplicación de abono orgánico humus de lombriz fue realizado de forma localizada, en los sitios correspondientes en cada unidad experimental donde al T1 y T4 no se puso abono, al T2 y T5 se le puso 562 g para 2.25 m² en ambos tratamientos teniendo 60 plantas en cada uno y por planta se puso 9.4 g y finalmente los T3 y T6 se le puso 1125 g de abono para 2.25 m² en ambos tratamientos teniendo 60 plantas para cada uno y por planta se puso 18.8 g.



Figura 6. Incorporación de humus de lombriz

3.3.1.8. Siembra del cultivo de nabo

La siembra de las dos variedades se realizó de manera directa y de forma manual, colocando en hilera a separación entre surcos de 15 cm y entre planta 15 cm a una profundidad de 1 a 1,5 cm colocando en cada punto 3 semillas por golpe se utilizó 8 g de semilla lo cual permitió tener 60 plantas por unidad experimental y por el área experimental se tuvo de 1080 plantas.



Figura 7. Siembra de nabo de las dos variedades de nabo colocando tres semillas por golpe

3.3.1.9. Labores culturales

3.3.1.9.1. Raleo

El objetivo del raleo fue realizado para satisfacer las necesidades de las plantas del nabo evitando la competencia de nutrientes, luz y agua, realizándose de forma general en toda el área experimental, que consistió en sacar las plántulas excedentes, ya que se introdujo tres semillas por golpe para asegurar el crecimiento del cultivo.



Figura 8. Raleo de las plántulas de nabo de las dos variedades

3.3.1.9.2. Control de malezas

En el desarrollo del cultivo de nabo el control de malezas fue realizado de forma manual, primero se realizó a los 25 días después de la emergencia y la segunda fue a los 60 días, entre las principales malezas encontradas en el estudio mencionamos: Diente de león (*Taraxacum officinalis*), trébol (*Trifolium ssp*), mostaza (*Sinapis alba*).

3.3.1.9.3. Aporque

El aporque se realizó en forma manual de acuerdo a las necesidades del cultivo, que consistió en fijar mejor la raíz de la planta al suelo con la ayuda de una chonta, evitando la exposición de la raíz a la radiación solar directa.

3.3.1.9.4. Cosecha

La cosecha de raíces del cultivo de nabo se realizó a los 90 días después de la siembra con ayuda de una chonta de forma manual, considerando el estado de las raíces tiernas es decir cuando estas no se ponen fibrosas también es importante considerar la apariencia del diámetro, follaje y longitud de raíz.



Figura 9. Cosecha del cultivo de nabo

3.3.2. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue Diseño Bloques Completamente al Azar con arreglo bifactorial con seis tratamientos y tres repeticiones haciendo un total de dieciocho unidades experimentales. Donde el factor A corresponde a las variedades de nabo (Purple Top White y Rondo Coll. Viola), el factor B corresponde a abono orgánico (humus de lombriz), el mismo está dado por el siguiente modelo lineal aditivo (Ochoa, 2013).

Modelo lineal que se utilizó fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \gamma_k + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Observación cualquiera de la variable de respuesta

μ = Media general del experimento

γ_k = Efecto de k- ésima bloque

α_i = Efecto de la i-ésima niveles de humus

β_j = Efecto de la j-ésima variedad de nabo

$\alpha\beta_{ij}$ = Efecto de la interacción del factor A y el factor B

ϵ_{ijk} = Error experimental

3.3.3. Factores de estudio

En cuanto a las unidades experimentales (parcelas), estarán bajo el estudio de dos factores (A y B) y seis tratamientos, los mismos que se detallan a continuación:

Factor A: Variedades de nabo

a_1 = Variedad Purple Top White

a_2 = Variedad Rondo Coll. Viola

Factor B: Niveles de humus de lombriz

b_1 = 0 kg/m²

b_2 = 0,250 kg/m²

b_3 = 0,500 kg/m²

3.3.3.1. Formulación de tratamientos

Considerando el factor A (variedades de nabo) con el factor B (niveles de humus de lombriz) se formulan los siguientes tratamientos:

T1= a1b1 = Variedad Purple Top White y 0 kg/m² (sin abono)

T2= a1b2 = Variedad Purple Top White y 0,250 kg/m²

T3= a1b3 = Variedad Purple Top White y 0,500 kg/m²

T4= a2b1 = Variedad Rondo Coll. Viola y 0 kg/m² (sin abono)

T5= a2b2 = Variedad Rondo Coll. Viola y 0,250 kg/m²

T6= a2b3 = Variedad Rondo Coll. Viola y 0,500 kg/m²

3.3.4. Variables de respuesta

3.3.4.1. Altura de planta (cm)

La variable altura de planta fue medido semanalmente con ayuda de una regla metálica, a partir del cuello o nudo vital de cada planta hasta el ápice de la hoja más superior se tomaron muestras representativas de cada unidad experimental, finalmente estos datos fueron promediados con el objeto de tener un solo dato por tratamiento para el respectivo análisis estadístico posterior.

3.3.4.2. Peso fresco de la raíz comercial (g)

Para el peso comercial se tomó, el peso total de los nabos, después de cortar las hojas y parte de la raíz terminal, de cada una de las muestras, expresados en g.

3.3.4.3. Diámetro de raíz (cm)

El diámetro de raíz se midió en la sección central más abultada de la raíz con la ayuda de un calibrador vernier todos estos datos fueron obtenidos de muestras elegidas al azar, expresados en cm.

3.3.4.4. Longitud de raíz (cm)

Esta labor se realizó en el momento de la cosecha con la ayuda de un calibrador de vernier, midiendo el largo de la raíz desde el cuello a la base de la raíz en cm.

3.3.4.5. Rendimiento (t/ha)

Para cuantificar el rendimiento de raíz se evaluó la totalidad de las plantas, para un área de 1 m² por cada unidad experimental, descartando el efecto de bordura mediante la eliminación de los surcos laterales y los extremos de los surcos centrales, estos datos se expresaron en t/ha.

3.3.4.6. Análisis económico

Para finalizar el estudio se realizó un análisis económico con el propósito de comparar los beneficios versus todos los costos asociados ayudando a determinar si existe ganancia o pérdida en una inversión, el desglose de las fórmulas descrito (Leyton, 2020) es la siguiente:

- Ingreso bruto

El ingreso bruto es el resultado de los rendimientos promedios ajustados por el precio del cultivo que se tiene en el mercado.

$$IB = R * P$$

Dónde: IB = Ingreso bruto

R = Rendimiento ajustado

P = Precio de mercado

- Ingreso neto

El ingreso neto se determina restando el total de los costos de producción del ingreso bruto. Aplicando la fórmula:

$$IN = IB - CP$$

Dónde: IN = Ingreso neto

IB = Ingreso bruto

CP = Costo de producción

- **Relación Beneficio/Costo**

La estimación de relación beneficio/costo se calcula con la fórmula:

$$B/C = IB/CP$$

Dónde: B/C = Beneficio costo

IB = Ingreso Bruto

CP = Costo de producción

La relación beneficio costo se determina de la siguiente manera:

- B/C mayor a 1: quiere decir que los ingresos son superiores a los costos, por lo que es rentable.
- B/C igual a 1: significa que no hay ni ganancias ni pérdidas, ya que uno absorbe al otro, así que no es viable.
- B/C menor a 1: indica que los costos sobrepasan a los beneficios por lo que define no es rentable.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características climáticas

4.1.1. Temperatura

Los resultados climáticos fueron registrados durante toda la etapa de investigación, con la ayuda de un termómetro digital de máximas y mínimas a partir del día de la siembra hasta el día de la cosecha durante 90 días, la evaluación se realizó cada semana, durante ciclo del cultivo del nabo.

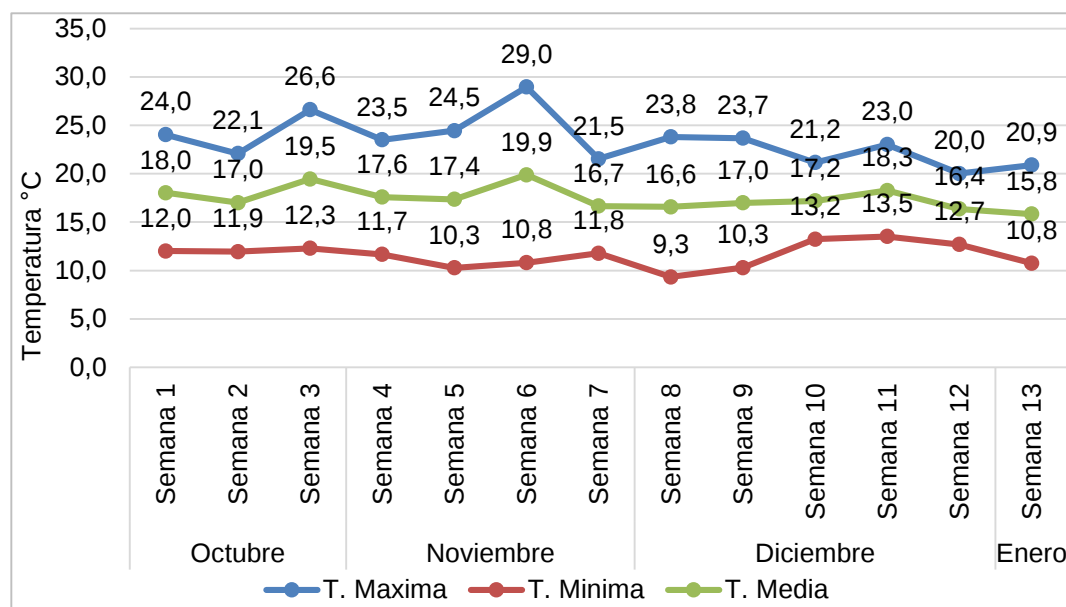


Figura 10. Temperatura registrada dentro de la carpa solar durante el ciclo del nabo

Los datos presentados en la Figura 10, se detalla el comportamiento de las temperaturas registradas durante el periodo de investigación, se observa que en el mes de noviembre hubo una temperatura más alta de 29 °C por otra parte en el mes diciembre se registró una temperatura baja de 9,3 °C. Así también la temperatura media casi mantiene entre los 17 °C siendo que las temperaturas máximas y mínimas en el interior de la carpa solar.

Según Morales (2018), el cultivo de nabo se trata de una especie que necesita de climas templados y fríos tiene una buena resistencia contra heladas de hasta - 4 °C, la temperatura ideal para el desarrollo y crecimiento del nabo se encuentran alrededor de los 20 °C y 28 °C siempre que tengan buen suministro de agua.

Es importante mantener una temperatura dentro de la carpa solar que sea favorable para el cultivo de nabo, idealmente entre 10 °C y 25 °C durante el día (García y Pérez, 2018).

Al respecto, la temperatura del lugar experimental ha tenido un desarrollo y crecimiento adecuado para el cultivo de nabo ya que las temperaturas favorecieron en la formación del bulbo de raíz desde la siembra hasta la cosecha.

4.2. Características edafológicas

4.2.1. Análisis físico – químico del suelo

Cuadro 6. Análisis físico - químico del suelo

	PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO
TEXTURA	Arena	%	21
	Limo	%	45
	Arcilla	%	34
	Clase Textual	-	Franco arcilloso
	Densidad aparente	g/cm ³	1.053
	Porosidad	%	55
	pH	-	8,22
	Conductividad eléctrica	mmhos/cm	4,35
	Potasio intercambiable	meq/100g S.	2.774
	Nitrógeno total	%	0,48
	Materia orgánica	%	7,70
	Fosforo disponible	ppm	88,4

Fuente: LAFASA (2023)

En el Cuadro 6, se observa el análisis físico y químico del suelo donde la textura del suelo franco arcilloso, con predominancia de arena con 21%, seguido de limo 45 % y arcilla con 34% el cual tiene la capacidad de retener agua y es recomendable para la producción de cultivo, tiene densidad aparente de 1.053 g/cm³ está en el rango normal para suelos, la porosidad tiene de 55 % es un valor alto adecuado para circulación de agua y aire, también presenta un pH de 8,22 el cual se encuentra en el rango alto por tener la disponibilidad de nutrientes, la conductividad eléctrica como se observa es de 4,35 mmhos/cm, el contenido de potasio intercambiable fue de 2.774 meq/100g, el nitrógeno total presento un valor de

0,48 %, así también materia orgánica del suelo encontrándose en un valor de 7,70 %, tiene fósforo disponible de 88,4 ppm.

En nuestro estudio de investigación podemos notar que el pH es elevado y también en algunos nutrientes muestran niveles altos y otros se mantienen en niveles intermedios. A pesar de esto el cultivo de nabo mostro una respuesta positiva a estas condiciones en la productividad de cada variedad de nabo.

Chilon (1997), menciona que el nitrógeno en porcentaje mayor al 0,2 % está en los niveles altos, a pesar de ello el fósforo cuando es mayor a 14 ppm del rango de clasificación es alto, también menciona que el potasio entre 300 a 600 kg/ha clasifica en un nivel medio, materia orgánica de mayor a 4 % lo determina como valor alto lo cual es favorable para las plantas.

4.2.2. Clasificación del estatus de la fertilidad del suelo

Cuadro 4. Cálculo de fertilización

N	0,48 %	36 kg	Medio
P	88,40 ppm	265,2 kg	Alto
K	110 ppm	330 kg	Bajo
M.O.	7,70 %	23,1 kg/m ² /0.3	Alto

Ver (anexo 5)

Niveles	M.O. %	N%	P (ppm)	K (ppm)
Bajo	Menor a 2	0.1	0 - 6	0 - 124
Medio	2 - 4	0.1 - 0.2	7 - 14	124 - 248
Alto	Mayor a 4	0.2	14	248

Fuente : Chilon (1997)

4.2.3. Análisis químico del humus de lombriz

Cuadro 4. Análisis físico - químico de humus de lombriz

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO
pH	-	7.6
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S}/\text{cm}$	3000
Fosforo total	%	0.49
Materia orgánica	%	37
Nitrógeno total	%	1.3
Potasio total	%	0.57

Fuente: LCA (2023)

Según los resultados del humus de lombriz (Cuadro 4), presenta un pH de 7,6 el cual es adecuado para el cultivo de nabo y conductividad eléctrica de 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indica una concentración moderadamente alta de sales solubles, el fósforo es de 0,49%, lo que hace adecuado para el cultivo es necesario para el desarrollo de raíces fuertes y saludables, en cuanto a la materia orgánica es de 37 % caracterizado por su alto contenido, mejora la estructura del suelo y aumenta la retención de agua y nutrientes, el nitrógeno es de 1,3% se constituye moderadamente alto un aporte adecuado de este nutriente fundamental para el crecimiento vegetativo del nabo, el potasio es de 0,57%, está en el rango medio esto significa que proporciona una cantidad adecuada de potasio para el cultivo de nabo.

En nuestro estudio de investigación el cultivo de nabo podemos notar en cuanto al pH y la conductividad eléctrica están en el margen adecuado, de misma manera el fosforo como también la materia orgánica está en alto porcentaje que mejora la estructura del suelo y del cultivo, así también el nitrógeno y potasio que son elementos importantes en el cultivo de nabo para su buen desarrollo.

Al respecto Dipro (2022), menciona que el nabo puede cultivarse en diferentes tipos de suelo incluido franco arenoso, franco arcilloso y franco limoso siempre y cuando tenga un buen drenaje y retención de agua para el crecimiento de las raíces del nabo. El pH oscila entre 6,0 y 7,8 y un contenido de materia orgánica de al menos 2 - 3% es ideal para mejorar la estructura del suelo.

Chilon (1997), menciona un porcentaje mayor al 0.2 %, de nitrógeno está en niveles altos, también menciona que el fosforo mayor a 14 ppm se considera como alto, el potasio debajo 300 considera un nivel bajo, la materia orgánica mayor a 4% cataloga como alto.

4.2.4. Sistema de riego por goteo

Se realizó de acuerdo al estado de desarrollo de las plantas

- Lamina por día 0,4 mm/m²
- Lamina en el ciclo del cultivo 36 mm/m²
- Volumen total 1.447 L por área de 40,5 m²
- Volumen total por planta 1,3 L/planta

Ver (anexo 6)

4.2.5. Humedad relativa del ambiente

La medición de la humedad relativa en el interior de la carpa solar se realizó, desde el momento de la siembra, hasta la cosecha, los resultados medios pueden apreciarse en la Figura 11.

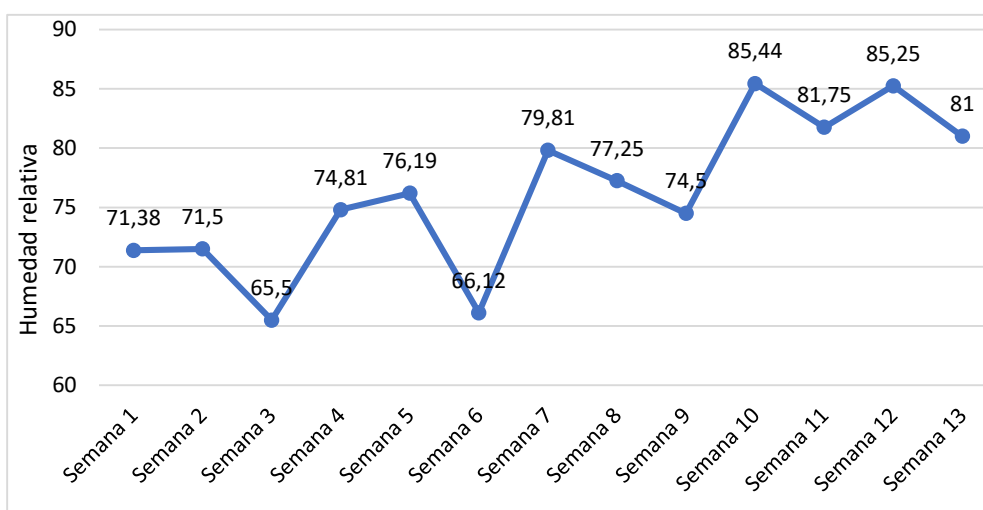


Figura 11. Humedad relativa dentro de la carpa solar

Podemos apreciar la humedad relativa del ambiente, tuvo un promedio máximo de 85% y mínimo de 65% valor aceptable del requerimiento del cultivo de nabo. Al respecto FAO (2017), indica que para una buena producción, el nabo requiere una humedad relativa entre 60 a 85%.

Según Taiz (2006), la humedad relativa tiene un rango óptimo de 65 - 80% es importante para asegurar la alta productividad y calidad del cultivo; por el contrario, cuando la humedad relativa está por encima del rango promedio, las plantas sufren daños fisiológicos que repercuten en la producción. Tomando como referencia estos valores y las medias registradas durante los meses de estudio, podemos indicar que las variedades del cultivo de nabo llegaron a desarrollarse favorablemente en el área de estudio el cual llegaron a tener un buen rendimiento.

4.3. Variables de respuesta

4.3.1. Altura de planta (cm)

De acuerdo al análisis de varianza para la variable altura de planta como se muestra en el Cuadro 5, no se encontraron diferencias significativas entre bloques, también para variedades donde el p-valor es de 0,6857 y 0,2914 estando en el valor superior al 5% lo que nos indica que de estos factores no influyeron en la altura de planta. Sin embargo, se encontraron diferencias altamente significativas para el factor abono, donde el p-valor es de 0,0031 estando inferior al 1%, entonces la aplicación de niveles humus de lombriz influye en cuanto a la altura de planta en el cultivo de nabo, por otra parte, para interacción variedad*abono no se encontró diferencia significativa. El coeficiente de variación es de 5,66 % lo que indica que se encuentra en un valor aceptable estando dentro del margen de aceptación menor a 30 %.

Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	4,17	2	2,09	0,39	0,6857 n.s.
Variedad	6,60	1	6,60	1,24	0,2914 n.s.
Abono	115,41	2	57,71	10,84	0,0031 **
Variedad*Abono	2,75	2	1,38	0,26	0,7770 n.s.
Error	53,21	10	5,32		
Total	182,15	17			

n.s. = No Significativo ** = Altamente significativo

En la Figura 12, se muestra las variedades de nabo (Factor A) donde no presentan diferencias significativas en altura de planta. A pesar de ello para poder identificar a la mejor variedad se realizó una comparación de promedios, donde la variedad Purple Top White obtuvo una mayor altura de planta a diferencia de la otra variedad, alcanzando un promedio de 41,3 cm. Seguido por la variedad Rondo Coll. Viola obtuvo una menor altura de planta, alcanzando un promedio de 40,1 cm.

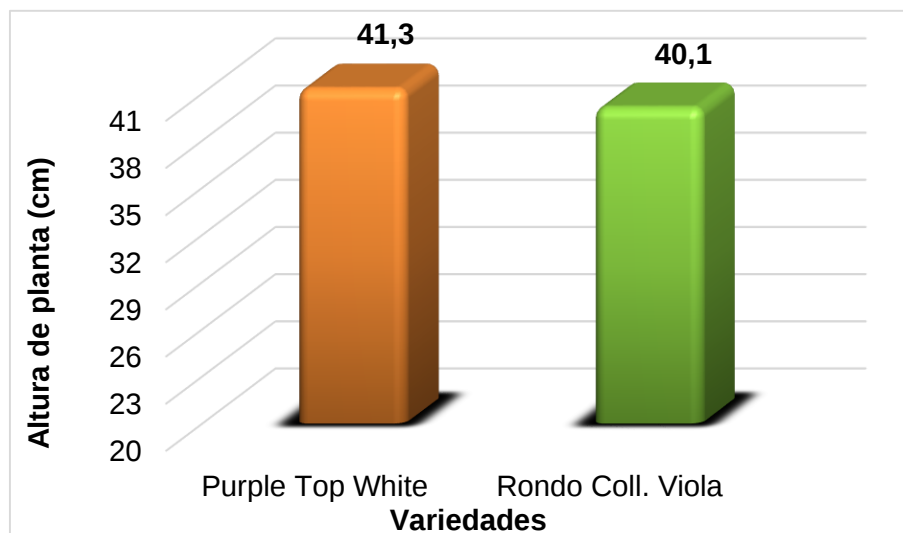


Figura 12. Medias de altura de planta (cm) de dos variedades de nabo

Realizada la prueba de Duncan como se observa en la Figura 13, con relación a la altura de planta para los niveles de humus de lombriz (Factor B), se observa que forman tres grupos diferenciados, los cuales desglosaremos en orden: El primero conformado con la aplicación de $0,500 \text{ kg/m}^2$ de humus de lombriz con un promedio de $43,8 \text{ cm}$ (grupo A) de altura de planta, siendo significativamente el mejor. El segundo conformado con la aplicación de $0,250 \text{ kg/m}^2$ de humus de lombriz con un promedio de $40,8 \text{ cm}$ (grupo B). Y finalmente el tercer grupo conformado por 0 kg/m^2 (testigo) con un promedio de $37,6 \text{ cm}$ (grupo C) fue el que presentó una menor altura de planta en comparación a los demás tratamientos.

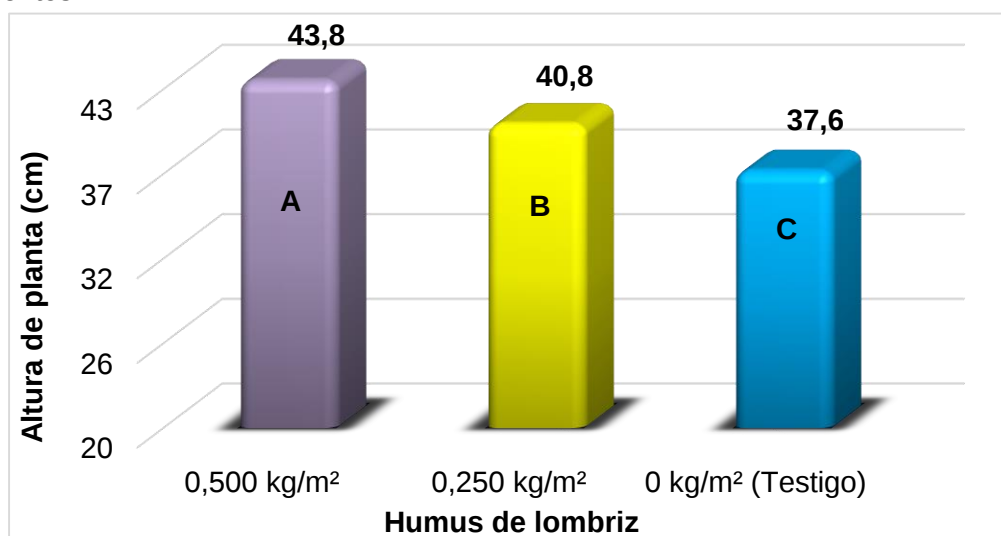


Figura 13. Prueba de medias de Duncan de altura de planta (cm) con diferentes niveles de humus de lombriz

Efectuada los promedios de altura de planta de dos variedades de nabo con diferentes niveles de humus de lombriz (Cuadro 6), se observa que la variedad Rondo Coll. Viola obtuvo mayores promedios, en altura de planta en todos los niveles de humus de lombriz siendo más alto valor registrado con 0,500 kg/m² de humus de lombriz dando como resultado de 43,9 cm, en cuanto a la variedad Purple Top White, obtuvo menores promedios con diferentes niveles de humus de lombriz, siendo el nivel 0 kg/m² (testigo) dando un resultado de 36,8 cm fue registrada el menor tamaño de altura de planta en nabo.

Cuadro 6. Promedio de altura de planta (cm) de variedades de nabo con diferentes niveles de humus de lombriz

Variedad	Abono humus de lombriz kg/m²	Altura de planta (cm)
Rondo Coll. Viola	0,500 kg/m ²	43,9
Purple Top White	0,500 kg/m ²	42,7
Rondo Coll. Viola	0,250 kg/m ²	41,8
Purple Top White	0,250 kg/m ²	39,9
Rondo Coll. Viola	0 kg/m ² (testigo)	38,4
Purple Top White	0 kg/m ² (testigo)	36,8

La diferencia entre uno y los demás tratamientos como se observa en los resultados se debe a la disponibilidad de nitrógeno en el suelo y la incorporación de humus de lombriz así también a los factores climáticos en la carpa solar que afecta favorablemente al desarrollo de altura de la planta.

Huiche (2021), menciona que obtuvo un promedio 30,58 cm con abono estiércol de oveja y con respecto a las dosis de biol de humus de lombriz llegó el promedio más alto fue de 33,85 cm para la dosis de biol de 150 l/ha.

A la vez Pujro (2002), menciona que la temperatura, es un factor ambiental que afecta a la fisiología de la planta; considerando que las temperaturas altas y bajas llegan a acelerar o retardar el crecimiento de las plantas.

4.3.2. Peso fresco de la raíz comercial (g)

De acuerdo al análisis de varianza para peso fresco de la raíz comercial como se muestra en el Cuadro 7, no existen diferencias significativas entre bloque cuyo valor es superior al 5%, sin embargo existen diferencias significativas para las variedades de nabo, así mismo se muestra que existe diferencia altamente significativa para el factor abono (humus de lombriz) donde el p-valor es 0,0001 siendo el valor inferior al 1% sin embargo para la interacción variedad*abono no existe diferencia significativas teniendo un valor superior al 5%, también nos muestra la coeficiente de variación cuyo valor es de 6,19 %, lo que nos demuestra que la información es confiable.

Cuadro 7. Análisis de varianza para para la variable de peso fresco de la raíz comercial (g)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	556,15	2	278,08	6,53	0,0153 ns
Variedad	287,20	1	287,20	6,75	0,0266 *
Abono	4013,03	2	2006,51	47,13	0,0001 **
Variedad*Abono	9,41	2	4,71	0,11	0,8964 ns
Error	425,70	10	42,57		
Total	5291,50	17			

n.s. = No Significativo * = Significativo ** = Altamente significativo

La prueba de comparación múltiple de Duncan de peso fresco de la raíz comercial de dos variedades de nabo (Figura 14), nos presenta dos grupos significativamente diferentes, donde la variedad Purple Top White registro la mayor media en peso comercial de la raíz con 109,3 g (grupo A), significativamente diferente a la media registrada por la variedad Rondo Coll. Viola con 101,3 g (grupo B) siendo la menor media en la raíz comercial de nabo.

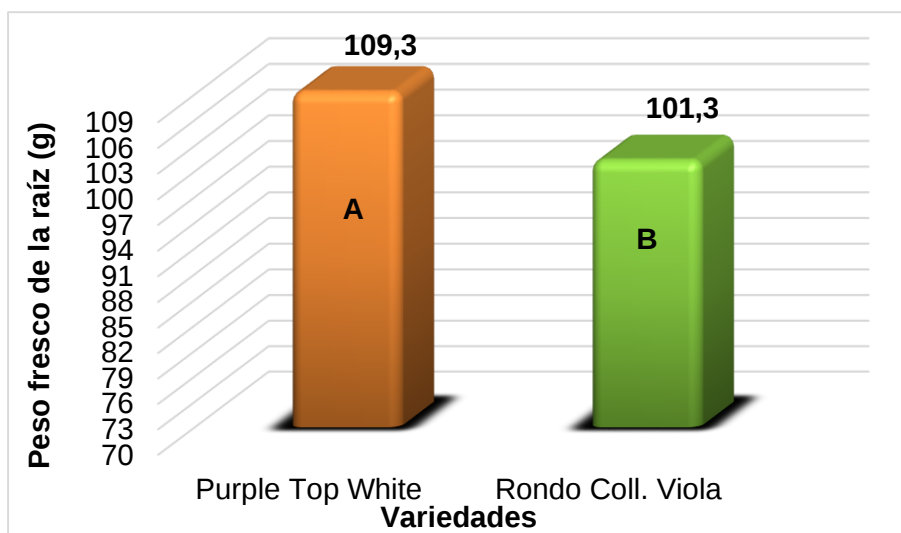


Figura 14. Prueba de medias Duncan de peso fresco de la raíz comercial (g) de dos variedades del nabo

En la Figura 15, se muestran los resultados de la prueba de medias para los niveles de humus de lombriz para lo cual presenta tres grupos diferenciados el primer grupo formado por el nivel $0,500 \text{ kg/m}^2$ desarrolló un mayor peso de raíz, obteniendo un valor promedio de $122,1 \text{ g}$ (grupo A) este valor nos indica que fue el mejor, frente a los demás niveles de humus de lombriz. El segundo grupo conformado por el nivel $0,250 \text{ kg/m}^2$, por lo tanto, obtuvo un peso de raíz en promedio de $108,1 \text{ g}$ (grupo B). Finalmente, el último grupo con 0 kg/m^2 (testigo), alcanza un menor promedio cuyo valor registrado fue de $85,8 \text{ g}$ (grupo C) peso de raíz de nabo.

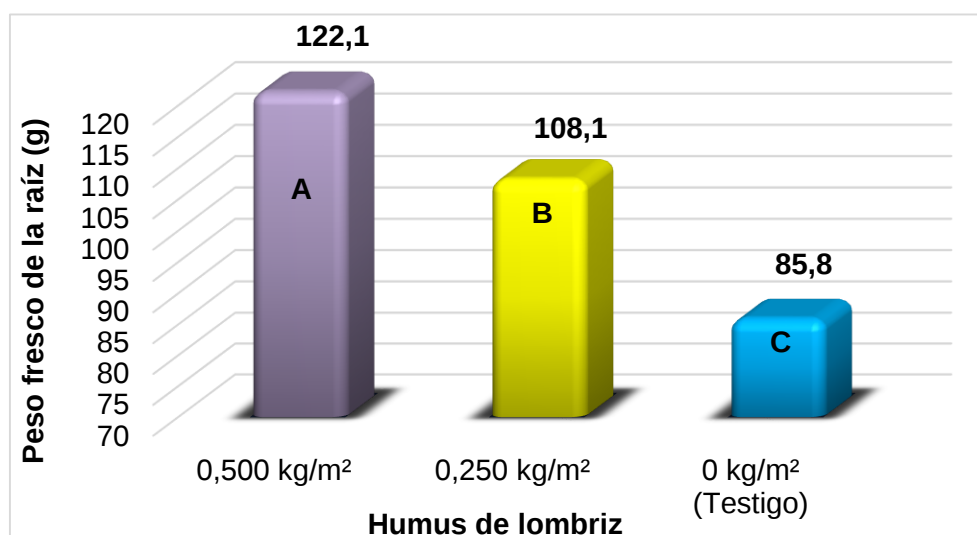


Figura 15. Prueba de medias de Duncan de peso fresco de la raíz comercial (g) con diferentes niveles de humus de lombriz

Los promedios de peso fresco de la raíz comercial de dos variedades de nabo con diferentes niveles de humus de lombriz (Cuadro 8), se observa los siguientes resultados; la variedad Purple Top White obtuvo el mayor promedio de peso de la raíz comercial en todos los niveles de humus de lombriz, considerando el más alto valor registrado con el nivel de 0,500 kg/m² dando la media de 125,8 g a diferencia de la variedad Rondo Coll. Viola obtuvo menores promedios con los niveles de humus de lombriz, siendo el nivel 0 kg/m² (testigo) con 80,8 g fue quien registro el promedio más bajo del peso de la raíz comercial de nabo.

Cuadro 8. Promedios del peso fresco de la raíz comercial (g) de dos variedades de nabo con diferentes niveles de humus de lombriz

Variedad	Abono humus de lombriz kg/m ²	Peso fresco de la raíz comercial (g)
Purple Top White	0,500 kg/m ²	125,8
Rondo Coll. Viola	0,500 kg/m ²	118,3
Purple Top White	0,250 kg/m ²	111,4
Rondo Coll. Viola	0,250 kg/m ²	104,9
Purple Top White	0 kg/m ² (testigo)	90,8
Rondo Coll. Viola	0 kg/m ² (testigo)	80,8

Se puede considerar que al tipo de suelo franco arcilloso que permitió desarrollar libremente la raíz y la accesibilidad de nutrientes que tiene los niveles de humus de lombriz (macro y micro nutrientes), así también a la frecuencia de riego durante el desarrollo y el manejo adecuado que se dio al cultivo.

Nuestros resultados son mayores a lo reportado por Vasquez (2021) quien obtiene 64,64 g de peso de bulbo de raíz con 30% de biol de bovino por parcela. También concuerdan con Mamani (2018), quien obtiene un peso de 130,3 g, con abono de ovino y 119 g abono de bovino en la variedad Purple Top White Globe.

Según Quille (2015), obtuvo un promedio de 177,68 g/planta ubicándose en el primer lugar de orden merito con la aplicación de abono gallinaza y con aserrín descompuesto + gallinaza dando promedio de 151,60 g/planta con la variedad Purple Top White.

Huallpa (2010), menciona el peso comercial es muy importante ya es el peso solo de las raíces y no así de las hojas, al tener un mayor peso comercial tendremos un mayor B/C.

4.3.3. Diámetro de la raíz (cm)

De acuerdo al análisis de varianza para diámetro de raíz como se muestra en el Cuadro 9, no existen diferencias significativas entre bloques donde el valor es superior al 5%, sin embargo, existen diferencias significativas para las variedades. También existen diferencias altamente significativas en cuanto al abono (humus de lombriz) donde el p-valor es 0,0004 es inferior a 1%, esto nos indica que ambos factores influyen en el diámetro del nabo. Por otro lado, no existe diferencias significativas para la interacción variedad*abono cuyo valor es superior al 5% y el coeficiente de variación es de 5,63 %, el cual nos demuestra que los datos obtenidos de campo se encuentran dentro de los parámetros de confiabilidad.

Cuadro 9. Análisis de varianza para para la variable de diámetro de raíz (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0,19	2	0,09	0,85	0,4564 ns
Variedad	0,61	1	0,61	5,47	0,0414 *
Abono	4,35	2	2,17	19,66	0,0004 **
Variedad*Abono	0,08	2	0,04	0,38	0,6953 ns
Error	1,11	10	0,11		
Total	6,33	17			

n.s. = No Significativo * = Significativo ** = Altamente significativo

En la Figura 16, se observa la prueba Duncan de las dos variedades de nabo (Factor A) que existieron diferencias significativas en cuanto al diámetro de raíz, bajo la aplicación de abonos humus de lombriz, muestra que el mayor diámetro obtuvo la variedad Rondo Coll. Viola con un valor promedio alto de 6,1 cm (grupo A). En cambio, la variedad Purple Top White alcanzo un promedio de 5,7 cm (grupo B) siendo el menor valor registrado de nabo.

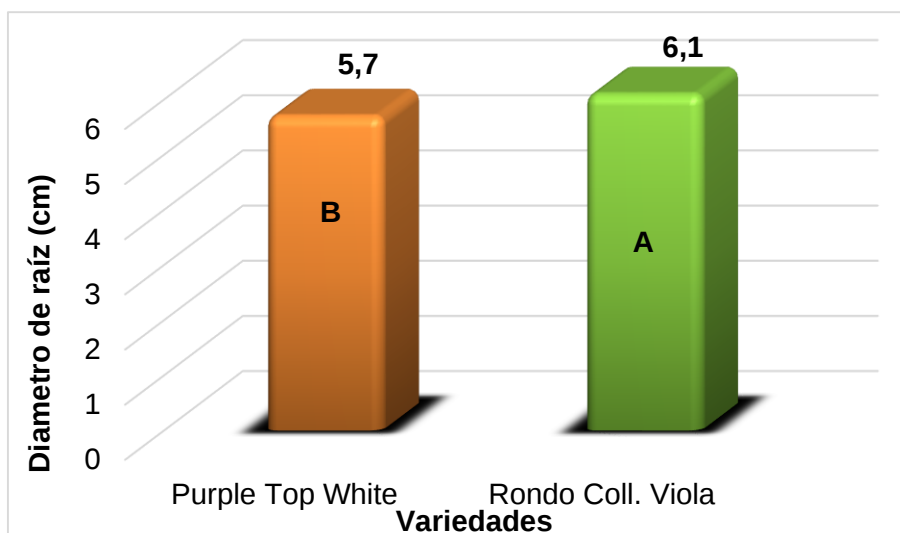


Figura 16. Prueba de medias Duncan de diámetro de raíz (cm) de dos variedades del nabo

En la figura 17, la prueba de medias Duncan en relación al diámetro de raíz de nabo con diferentes niveles de humus de lombriz nos presenta dos grupos significativamente diferentes, el primer grupo conformado por el nivel 0,500 kg/m² y 0.250 kg/m² de humus de lombriz que registraron mejores resultados en diámetro de raíz obteniendo promedios de 6,4 cm y 6.02 cm (grupo A), así también el segundo grupo formado por el nivel 0 kg/m² (testigo) obtuvo un menor promedio de 5,3 cm (grupo B) de diámetro de raíz en el cultivo de nabo.

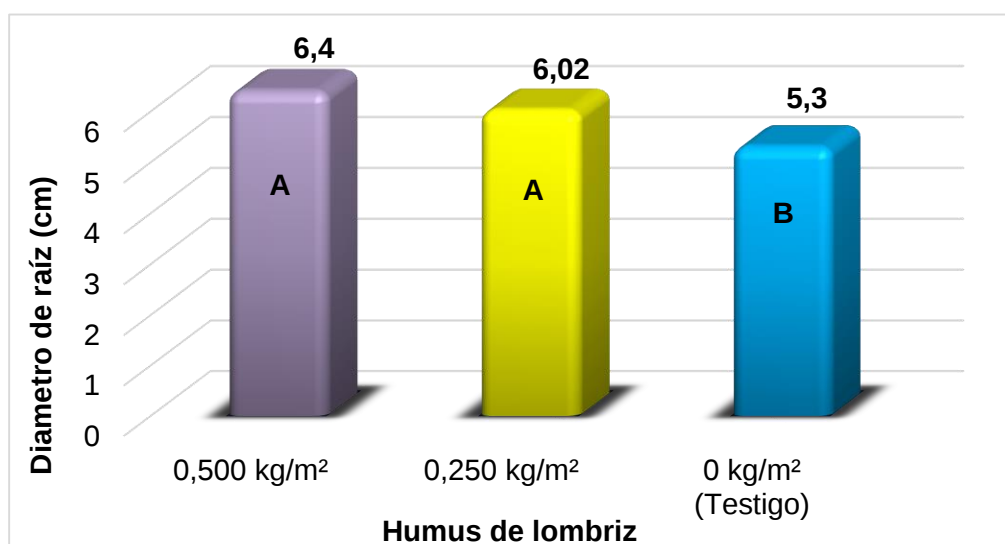


Figura 17. Prueba de medias de Duncan de diámetro de raíz (cm) con diferentes niveles de humus de lombriz

En el Cuadro 10 se muestra los promedios de diámetro de raíz de dos variedades de nabo con diferentes niveles de humus de lombriz, dando a conocer que la variedad Rondo Coll. Viola alcanzo los mayores promedios de diámetro en los diferentes niveles de abono humus de lombriz, sin embargo, con el nivel 0,500 kg/m² de humus de lombriz logrando registrar un alto valor de 6.7 cm, a pesar de ello la variedad Purple Top White alcanzó menores promedios en los diferentes niveles, siendo con el nivel 0 kg/m² (testigo) con un promedio de 5.1 cm quien obtuvo un menor diámetro en nabo.

Cuadro 10. Promedios de diámetro de raíz (cm) de dos variedades de nabo con diferentes niveles de humus de lombriz

Variedad	Abono humus de lombriz kg/m²	Diámetro de raíz (cm)
Rondo Coll. Viola	0,500 kg/m ²	6,7
Purple Top White	0,500 kg/m ²	6,3
Rondo Coll. Viola	0,250 kg/m ²	6,2
Purple Top White	0,250 kg/m ²	5,8
Rondo Coll. Viola	0 kg/m ² (testigo)	5,4
Purple Top White	0 kg/m ² (testigo)	5,1

Estos datos obtenidos se deben a que se demuestra la cantidad de abono que se aplicó a cada variedad, sin embargo, la variedad Rondo Coll. Viola con 0,250 kg demostró tener los nutrientes necesarios para obtener un diámetro de buen tamaño y buena calidad para el comercio.

En el presente estudio se asemejan a los resultados obtenidos por Pizango (2022), en diámetro de nabo, menciona con la aplicación de 30 t/ha de compost que obtuvo mayor diámetro promedio de 7 cm, seguido por 20 t/ha obtuvo un promedio de 6,1 cm de diámetro, finalmente con 10 t/ha y 0 t/ha (testigo) obtuvieron 5,3 y 5,1 cm de diámetro.

Pujro (2002), menciona por otra parte las diferencias en diámetro de raíz se deben a las características morfológicas propias de cada variedad y principalmente a la construcción genética, formas de raíces (esféricas, semi - largas).

4.3.4. Longitud de raíz (cm)

El análisis de varianza de la longitud de raíz de dos variedades de nabo con diferentes niveles de humus de lombriz (Cuadro 11), se observa que no se encontraron diferencias significativas entre bloques donde el p-valor es 0,4594 es superior al 5%, para las variedades de nabo obtuvieron diferencias altamente significativas en la longitud ya que su valor es inferior al 1%, para el factor de abono (humus de lombriz) presentó diferencias significativas y en cuanto a la interacción variedad*abono no presento diferencias significativas donde su valor es superior al 5%, teniendo un coeficiente de variación de 6,37 % por lo que podemos señalar que nuestros datos son confiables lo cual está debajo de los 30 %.

Cuadro 11. Análisis de varianza para para la variable de longitud de raíz (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0,19	2	0,09	0,84	0,4594 ns
Variedad	1,33	1	1,33	11,99	0,0061 **
Abono	1,05	2	0,53	4,74	0,0356 *
Variedad*Abono	0,23	2	0,12	1,05	0,3843 ns
Error	1,11	10	0,11		
Total	3,92	17			

n.s. = No Significativo * = Significativo ** = Altamente significativo

La prueba de medias Duncan de longitud de raíz (cm) de dos variedades de nabo se observa en la Figura 18, el cual nos presenta dos grupos significativamente diferentes, donde la variedad Purple Top White registró el mayor promedio de longitud de nabo con 5,5 cm (grupo A), significativamente diferente a la media registrada por la variedad Rondo Coll. Viola con 4,9 cm (grupo B) siendo la baja media en el nabo.

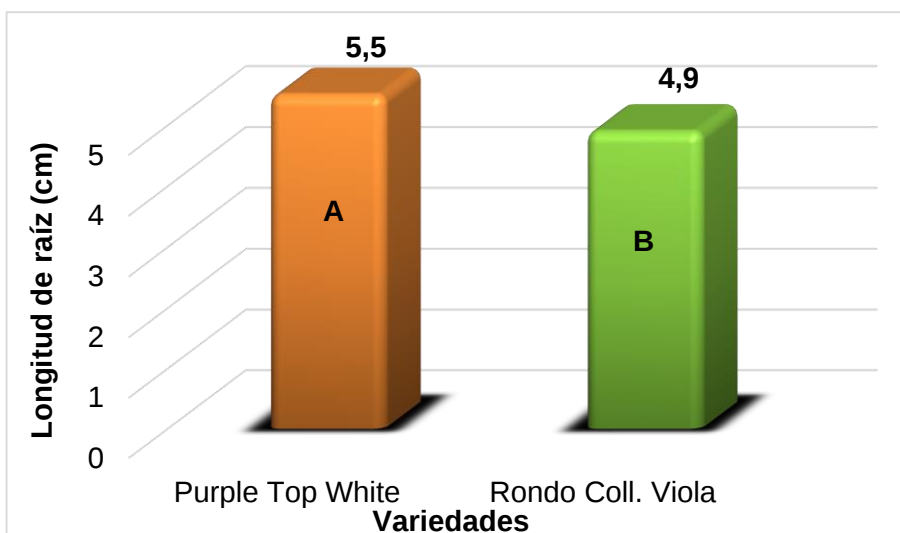


Figura 18. Prueba de medias Duncan de longitud de raíz (cm) de dos variedades de nabo

En la figura 19 se observa la prueba de medias de longitud de raíz de nabo, con diferentes niveles de abono humus de lombriz, el cual nos presenta dos grupos significativamente diferentes, el primer grupo conformado por los niveles 0,500 kg/m² y 0,250 kg/m² de humus de lombriz dando un resultado de 5,5 cm y 5,4 cm (grupo A) por lo cual presentaron el mayor promedio de longitud de nabo, significativamente diferente al segundo grupo, conformado por el nivel 0 kg/m² (testigo) con un resultado de 4,5 cm (grupo B) siendo el menor promedio de longitud de nabo.

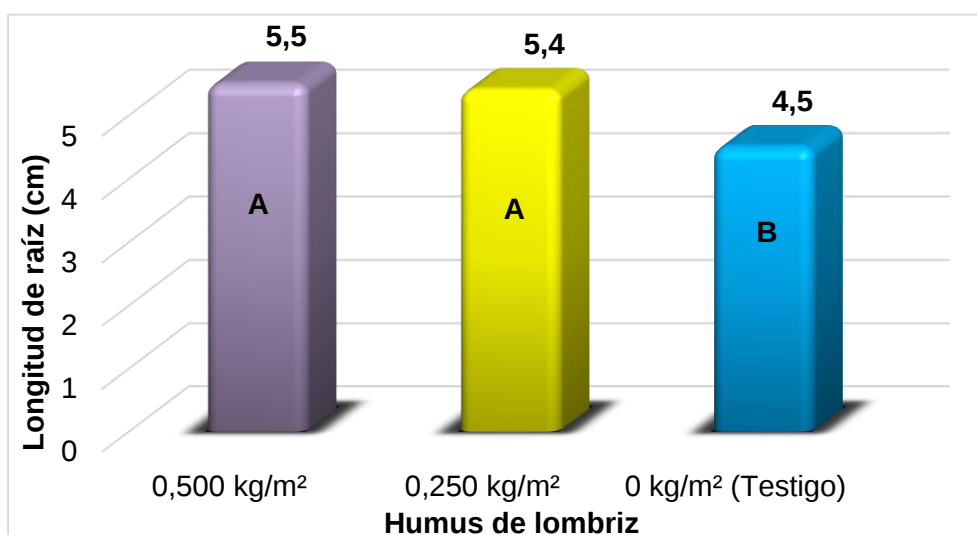


Figura 19. Prueba de medias de Duncan de longitud de raíz (cm) con diferentes niveles de humus de lombriz

En el Cuadro 12, se observa la variedad Purple Top White con 0,250 kg/m² de humus de lombriz obtuvo un mayor promedio de 5,9 cm seguidamente la variedad Purple Top White con 0,500 kg/m² dando un promedio de 5,6 cm, por otra parte, la variedad Rondo Coll. Viola con los niveles 0,500 kg/m² y 0,250 kg/m² de humus de lombriz registro una media de 5,3 cm y 5,1 cm y por último en ambas variedades Purple Top White y Rondo Coll. Viola con el nivel 0 kg/m² (testigo) dieron un resultado de 4,9 cm y 4,6 cm siendo los promedios más bajo a diferencia de los demás tratamientos.

Cuadro 12. Promedios de la longitud de raíz (cm) de dos variedades de nabo con diferentes niveles de humus de lombriz

Variedad	Abono humus de lombriz kg/m ²	Longitud de raíz (cm)
Purple Top White	0,500 kg/m ²	5,9
Purple Top White	0,250 kg/m ²	5,6
Rondo Coll. Viola	0,500 kg/m ²	5,3
Rondo Coll. Viola	0,250 kg/m ²	5,1
Purple Top White	0 kg/m ² (testigo)	4,9
Rondo Coll. Viola	0 kg/m ² (testigo)	4,6

La longitud de raíz se observó que la variedad Purple Top White con 0,250 kg/m² de humus de lombriz obtuvo mayor promedio que los demás tratamientos, se admite que se debió a la humedad constante del suelo fue un factor determinante en el desarrollo de raíz gracias al riego complementario favoreciendo la absorción de elementos nutritivos por la planta, también al manejo adecuado del cultivo como el aporque y el deshierbe que son muy importantes en el cultivo de nabo.

Los valores obtenidos de longitud de raíz en el presente estudio se asemejan con los resultados obtenidos por Mamani (2018), que menciona el tratamiento T3 (abono gallinaza) es superior con 6 cm, seguido de T2 (abono ovino) con 4,7 cm, el T0 (Testigo) con 4 cm y T1 (abono bovino) con 4,47 cm.

Al respecto Pascual (2015), obtuvo con la aplicación de té de estiércol siendo que el tratamiento 3 con 1L/agua y 2L/te de estiércol fue el que presento mayor longitud de 6,5 cm y el tratamiento 2 con 1L/agua y 1 ½ L/te de estiércol obteniendo una media de 5,85 cm.

4.3.5. Rendimiento (t/ha)

El análisis de varianza para la variable rendimiento de nabo (Cuadro 13), se observa que no presentan diferencias significativas en los bloques así también en las variedades de nabo donde los valores son 0,3703 y 0,5012 siendo superiores al 5%. Para el factor abono (humus de lombriz) existe diferencias altamente significativas donde el p-valor es inferior al 1% y en cuanto a la interacción variedad*abono no existen diferencias significativas teniendo un valor superior al 5%, con un coeficiente de variación de 11,9% el cual nos indica que los datos están dentro del rango aceptable menor a 30%.

Cuadro 13. Análisis de varianza para para la variable de rendimiento (t/ha)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	15,65	2	7,83	1,1	0,3703 ns
Variedad	3,47	1	3,47	0,49	0,5012 ns
Abono	241,64	2	120,82	16,97	0,0006 **
Variedad*Abono	0,31	2	0,15	0,02	0,9787 ns
Error	71,21	10	7,12		
Total	332,28	17			

n.s. = No Significativo ** = Altamente significativo

Los resultados de rendimiento de dos variedades de nabo (Factor B), no presentan diferencias significativas en la Figura 20, sin embargo, para poder identificar a la mejor variedad se realizó una comparación de promedios, donde la variedad Purple Top White obtuvo un mayor rendimiento alcanzando un promedio de 24,8 t/ha a diferencia de la otra variedad Rondo Coll. Viola quien obtuvo un menor rendimiento con un promedio de 23,9 t/ha en el cultivo de nabo.

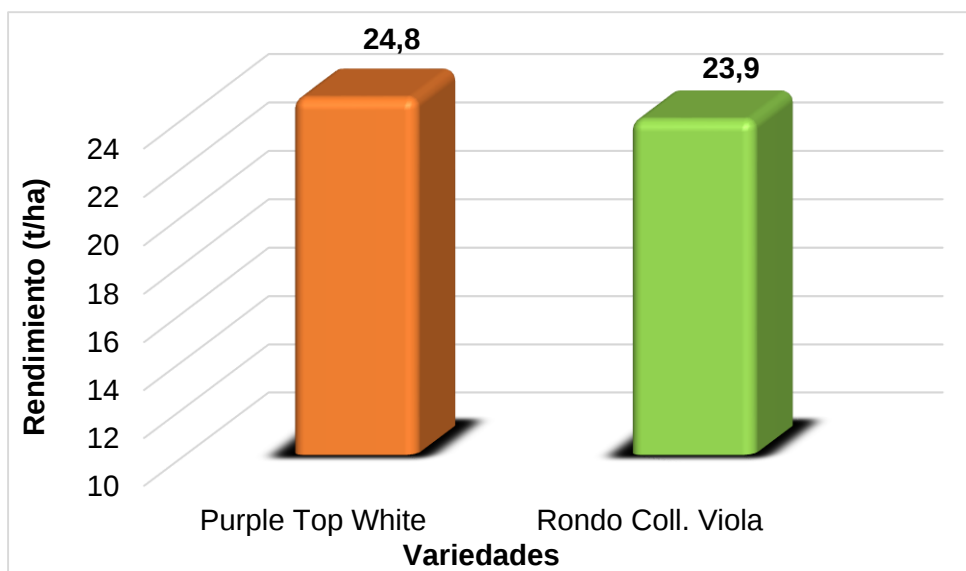


Figura 20. Promedio de rendimiento (t/ha) de dos variedades del nabo

De acuerdo a la prueba de Duncan en la Figura 21 con relación al rendimiento con diferentes niveles de abono humus de lombriz (Factor B), se muestra dos grupos diferenciados el primer grupo conformado por los niveles 0,500 kg/m² y 0,250 kg/m² de humus de lombriz con un promedio de 27,5 t/ha y 26,3 t/ha (grupo A) por lo cual presentaron un mayor promedio en el rendimiento, siendo significativamente diferente por el segundo grupo conformado por el nivel 0 kg/m² (testigo) con un promedio de 19,2 t/ha (grupo B) quien fue el que registro un menor rendimiento en el cultivo de nabo.

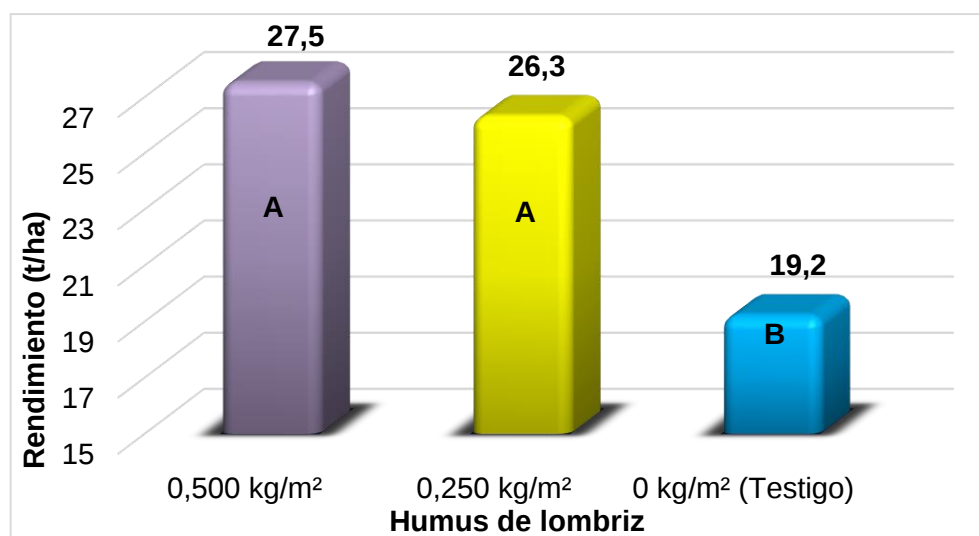


Figura 21. Prueba de medias de Duncan de rendimiento (t/ha) con diferentes niveles de humus de lombriz

En el Cuadro 14 se observa los promedios de rendimiento de dos variedades de nabo con diferentes niveles de humus de lombriz el cual la variedad Purple Top White alcanzo los mayores promedios de rendimiento en los diferentes niveles de abono humus de lombriz, sin embargo, con el nivel 0,500 kg/m² de humus de lombriz logrando registrar 28,1 t/ha, a pesar de ello la variedad Rondo Coll. Viola alcanzó menores promedios en los diferentes niveles, siendo con el nivel 0 kg/m² (testigo) con un promedio de 18,9 t/ha quien obtuvo un menor rendimiento en nabo.

Cuadro 14. Promedios de rendimiento (t/ha) de dos variedades de nabo con diferentes niveles de humus de lombriz

Variedad	Abono humus de lombriz kg/m²	Rendimiento (t/ha)
Purple Top White	0,500 kg/m ²	28,1
Rondo Coll. Viola	0,500 kg/m ²	26,9
Purple Top White	0,250 kg/m ²	26,8
Rondo Coll. Viola	0,250 kg/m ²	25,8
Purple Top White	0 kg/m ² (testigo)	19,5
Rondo Coll. Viola	0 kg/m ² (testigo)	18,9

La variación de los tratamientos se debe principalmente a los nutrientes existentes en el suelo y la aplicación de abono humus de lombriz, ya que estos influyeron en cuanto al rendimiento de la misma manera favoreció el crecimiento y desarrollo de la raíz del cultivo de nabo donde se pudo observar que el tratamiento 3 variedad Purple Top White con 0,500 kg tuvo un mayor valor de media a diferencia de los demás tratamientos.

En su investigación Ramos (2022), obtuvo un rendimiento de 24.541,67 kg/ha con el tratamiento 7 con la aplicación de (1,5 L de biol al momento de 45 días) así también con el tratamiento 6 con la aplicación de (1 L de biol a momento de 30 días) obteniendo un rendimiento de 23.416,67 kg/ha. Como también Gutierrez (2018), obtuvo un rendimiento de 26,4 t/ha con la variedad Purple top con aplicación de polvillo de arroz.

Toro (2013), manifiesta mayor rendimiento de producción el tratamiento T1 que corresponde a gallinaza 7 t/ha, pues, presenta 31,5 t/ha, el tratamiento que menor rendimiento presenta es el T2 en el que se utiliza estiércol descompuesto de cuy que reporta un rendimiento de 29,7 t/ha.

4.3.6. Análisis económico

El análisis económico es considerado de mucha importancia debido a que nos proporciona información económica, procurando tener en cuenta el punto de vista del agricultor, para que de esta manera se pueda orientar los beneficios que podría obtener en términos de rentabilidad.

El análisis económico, se realizó para conocer la relación beneficio/costo y establecer la rentabilidad económica de cada uno de los tratamientos estudiados, con la aplicación de abono orgánico de humus de lombriz en los diferentes niveles como ser 0 kg/m² (testigo), 0,250 kg/m², 0,500 kg/m² y recomendar el mejor tratamiento para la producción del cultivo de nabo.

Se tomó en cuenta los siguientes cálculos, beneficio bruto, beneficio netos y beneficio/costo.

4.3.6.1. Ingreso bruto

El ingreso bruto se calculó los resultados rendimientos ajustados al 5% por el precio del cultivo de un kg que se tiene en el mercado.

Cuadro 15. Ingreso bruto por tratamiento

Tratamientos	Rendimiento de nabo (kg)	Rendimiento ajustado (kg) 5%	Precio (Bs/kg)	Beneficio Bruto
T1 Purple Top White 0 kg/m ² (testigo)	13,13	12,47	8	99,76
T2 Purple Top White 0,250 kg/m ²	18,09	17,19	8	137,52
T3 Purple Top White 0,500 kg/m ²	18,95	18,00	8	144,00
T4 Rondo Coll. Viola 0 kg/m ² (testigo)	12,77	12,13	8	97,04
T5 Rondo Coll. Viola 0,250 kg/m ²	17,46	16,59	8	132,72
T6 Rondo Coll. Viola 0,500 kg/m ²	18,16	17,25	8	138,00

Fuente: Elaboración propia (2024)

En el Cuadro 15, se observa el rendimiento de los seis tratamientos, con el fin de reflejar el rendimiento experimental y que el productor podría obtener con la implementación de los tratamientos es relevante mencionar que se realizó un manejo adecuado del cultivo de nabo por lo cual se redujo un 5 % de rendimiento ajustado. También se muestra el precio de venta utilizado que fue de 8 bolivianos el kilogramo para cada tratamiento donde la relación de ingreso bruto dio positivo en todos los tratamientos de estudio donde el tratamiento que mayor ingreso bruto fue el T3 variedad (Purple Top White con aplicación de 0,500 kg/m² de humus de lombriz) con Bs 144 y el menor ingreso fue el tratamiento T4 variedad (Rondo Coll. Viola con aplicación de 0 kg/m² siendo el testigo) con Bs 97,04.

4.3.6.2. Ingreso neto

El ingreso neto se calculó restando el total de los costos del ingreso bruto, por los costos de producción para cada tratamiento.

Cuadro 16. Ingreso neto por tratamiento

Tratamientos	Costos de producción (Bs)	Ingreso Bruto	Ingreso Neto
T1 Purple Top White 0 kg/m ² (testigo)	91,44	99,76	8,32
T2 Purple Top White 0,250 kg/m ²	105,74	137,52	31,78
T3 Purple Top White 0,500 kg/m ²	117,57	144,00	26,44
T4 Rondo Coll. Viola 0 kg/m ² (testigo)	90,44	97,04	6,60
T5 Rondo Coll. Viola 0,250 kg/m ²	105,74	132,72	26,98
T6 Rondo Coll. Viola 0,500 kg/m ²	117,57	138,00	20,44

Fuente: Elaboración propia (2024)

En el Cuadro 16, se observa en la columna (Costos de producción) muestra el total de costos de producción para cada tratamiento, donde están incluidos los insumos que se utilizaron en el experimento. En la última columna, se muestra los ingresos netos donde se observa que el tratamiento T2 (variedad Purple Top White con 0,250 kg/m² de humus de lombriz) reportó mayor ingreso de 31,78 Bs, debido a que obtuvo mayor rendimiento y por otra parte el tratamiento T4 (variedad Rondo Coll. Viola con 0 kg/m² siendo el testigo) obtuvo menor ingreso neto el cual fue 6,60 bs.

4.3.6.3. Relación beneficio costo

Esta relación debe estar por encima de 1 para que exista ganancia, si es igual a 1 no se gana ni se pierde, pero si es menor nos indica que existen pérdidas.

En el Cuadro 17, se observa los resultados de beneficio costo en la última columna donde se muestra el $B/C > 1$ de los seis tratamientos, lo que significa que se recupera la inversión donde el tratamiento con mayor rentabilidad económica fue T2 (Purple Top White con aplicación de 0,250 kg/m² de humus de lombriz) que obtuvo un resultado de 1,30 es decir que por cada 1 boliviano invertido se gana 0,30 centavos, seguido fue el T5 (Rondo Coll. Viola con aplicación de 0,250 kg/m² de humus de lombriz) con 1,26 del que se gana 0,26 centavos, seguido por T3 (Purple Top White con aplicación de 0,500 kg/m² de humus de lombriz) con 1,22 del que se gana 0,22 centavos, seguido por T6 (Rondo Coll. Viola con 0,500 kg/m² de humus de lombriz) obtuvo una ganancia de 1,17 con una ganancia de 0,17 centavos también podemos observar que el T1 (Purple Top White con 0 kg/m² siendo el testigo) igual es rentable con 1,09 con una ganancia de 0,09 centavos y por último el T4 (Rondo Coll. Viola con 0 kg/m² siendo el testigo) con 1,07 donde se recuperó lo invertido y se ganó 0,07 centavos.

Cuadro 17. Relación beneficio/costo por tratamiento

Tratamientos	Costos de producción (Bs)	Ingreso Bruto	Beneficio/Costo Bs
T1 Purple Top White 0 kg/m ² (testigo)	91,44	99,76	1,09
T2 Purple Top White 0,250 kg/m ²	105,74	137,52	1,30
T3 Purple Top White 0,500 kg/m ²	117,57	144,00	1,22
T4 Rondo Coll. Viola 0 kg/m ² (testigo)	90,44	97,04	1,07
T5 Rondo Coll. Viola 0,250 kg/m ²	105,74	132,72	1,26
T6 Rondo Coll. Viola 0,500 kg/m ²	117,57	138,00	1,17

Fuente: Elaboración propia (2024)

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio y de acuerdo a los objetivos planteados permitieron establecer las siguientes conclusiones:

- En cuanto a variable altura de planta fue la variedad Rondo Coll. Viola quien presentó mayor crecimiento de 43,9 cm en comparación al resto de los tratamientos por otro lado, la variedad Purple Top White presentó menor crecimiento con 36,8 cm en el cultivo de nabo. Con respecto a la variable peso fresco de la raíz comercial mostró la variedad Purple Top White el mayor peso de raíz con 125 g en cambio la variedad Rondo Coll. Viola presentó menor peso con 80,8 g. Así mismo la variable diámetro de raíz la variedad Rondo Coll. Viola presentó mayor de diámetro con 6,7 cm a diferencia de los demás tratamientos, sin embargo, la variedad Purple Top White presentó menor diámetro con 5,1cm. En la longitud de raíz la variedad Purple Top White mostró mayor longitud de 5,9 cm y la variedad Rondo Coll. Viola obtuvo menor longitud de raíz con 4,6 cm a diferencia de los demás tratamientos en el cultivo de nabo.
- De acuerdo al rendimiento, el más destacado fue la variedad Purple top White con la aplicación de 0,500 kg/m² que obtuvo 28,1 t/ha siendo esta la aplicación más favorable de abono orgánico humus de lombriz para incrementar la producción de nabo. Mientras que la variedad Rondo Coll. Viola presentó menor rendimiento con 18,9 t/ha comparado al resto de los tratamientos.
- En cuanto a la relación Benefició/costo todos los tratamientos resultaron ser rentables, de estos sobresale el tratamiento 2 variedad Purple Top White con 0,250 kg/m² de humus de lombriz el cual presentó con mayor rentabilidad.

6. RECOMENDACIONES

En base a los objetivos, resultados y conclusiones del presente trabajo, se pueden formular las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda realizar el mismo estudio en carpa solar en otros lugares del altiplano con las mismas características de manera que puedan adoptar esta producción de acuerdo a las posibilidades del productor, ya que se demostró que es un cultivo económicamente rentable.
- Continuar investigando con la incorporación de 0,250 kg/m² de humus de lombriz, en otros tipos de suelo y ambientes. Porque tanto la temperatura, la humedad y el suelo influyen en el desarrollo de la raíz del nabo.
- También se recomienda realizar otros estudios de investigación con las mismas variedades (Purple Top White y Rondo Coll. Viola) con diferentes abonos por que se adapta muy bien en ambientes protegidos en el altiplano.
- Continuar con investigaciones impartidas de la agricultura orgánica en la producción de hortalizas, ya que es una alternativa económicamente viable para la producción de alimentos y de esa manera garantizar la seguridad alimentaria.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AOPEB. 2010. Elaboración de Abonos Líquidos Orgánicos y Asociación de Organizaciones Productores Ecológicos de Bolivia. La Paz – Bolivia, 54 p.
- Castillo, C. 2017. Determinación de la calidad de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir de dos procesos en el tratamiento de alimento ofertado. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 100 p.
- Castillo, E. 2020. Efecto de bioproductos en el crecimiento y estado fitosanitario en plantas de nabo (*Brassica napus* L.). Mocache – Los Ríos – Ecuador. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 65 p.
- Condori, M. 2018. Capacidad antioxidante del extracto acuoso de *Brassica napus* L. (nabo), frente al sistema generador de radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (dpph). Lima, Perú. Universidad a las Peruanas. 102 p.
- Cordonez, R. 2017. Comportamiento Agronómico de Nabo (*Brassica rapa*) y acelga (*Beta vulgaris sub sp*) con fertilizantes orgánicos. La maná - Ecuador. Universidad Técnica de Cotopaxi. 34 p.
- Chang, A. 2022. Evaluación del efecto de temperatura en el cultivo de hortalizas lechuga cressa, (*Lactuca sativa*) papa nabo, (*Brassica rapa*), nabo (*Brassica napus*), bajo cubierta plastica y campo abierto en el campus ceasa, cantón latacunga, provincia de Cotopaxi. Latacunga – Ecuador. Universidad Técnica de Cotopaxi. 59 p.
- Chilon, C. 1997. Fertilización de los suelos y nutrición de las plantas. Primera edición ed. La Paz – Bolivia, 91 p.
- Choquemiza, P. y Quispe, M. 2008. Manual de producción de hortalizas de hojas en carpas solares. La Paz – Bolivia, 35 p.
- Dipro, A. 2022. Introducción al cultivo y riego de nabos. Consultado 8 de abril 2024. Disponible en <https://dripro.com/es/academy/p/58>
- Duran, F. 2009. Seguridad alimentaria cultivando hortalizas. 74-79 p.
- Eroski. 2020. Guía de práctica de verduras. Consultado 24 de mayo 2024. Disponible en <https://verduras.consumer.es/nabo/introduccion>
- Espinoza, E. 2017. Evaluación de la producción y composición química de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) con el contenido ruminal en el camal municipal de Huancavelica. Huancavelica – Perú. Universidad Nacional de Huancavelica. 64 p.

- Espinoza, S. y Diana, E. 2009. Caracterización física, química y nutricional de dos eco tipos de nabo (*brassicanaphus*) cultivados en Ecuador. Quito - Ecuador, Ingeniería de alimentos. 210 p.
- FAO. 2017. Producción y Protección de Cultivos - Vegetales. Consultado 17 de junio 2024. Disponible en <http://www.fao.org/agriculture/crops/core-themes/theme/spi/en/>
- Fernandez, J. 2019. Evaluacion del rendimiento y características del cultivo de nabo, con énfasis en la variedad Purple Top White en La Paz, Bolivia La Paz - Bolivia. 91 p.
- Flores, A. 2000. Guía práctica de hortalizas y verduras. oruro - Bolivia, 68 p.
- Galarza, S. 2007. Horticultura manual de cultivo y conservación. Madrid, España, 80 - 85 p.
- Garcia, A. 2019. Requerimientos nutricionales del nabo (*Brassica rapa*) en zonas de altitud. 45 p.
- García, A. y Pérez, M. 2018. Influencia de la temperatura en el crecimiento del nabo (*Brassica rapa*). España, 56 p.
- Gomez, C. 2015. Comportamiento agronómico del cultivo de nabo (*Brassica napus* L.) con diferentes abonos orgánicos en el colegio pueblo nuevo cantón el empalme, año 2014. Quevedo - Los Ríos - Ecuador. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 101 p.
- Gomez, M. 2020. Evaluación del rendimiento y calidad del cultivo de nabo (*Brassica rapa*) en diferentes condiciones ambientales de La Paz, Bolivia. La Paz - Bolivia. Universidad Mayor de San Andres. 81 p.
- González, M. 2019. Anatomía del tallo del nabo (*Brassica rapa* L.) y su relación con el rendimiento y la calidad. Mexico, 231 - 240 p.
- GoogleEarth. 2024. Coordenadas geográficas de estación experimental de Kallutaca. Consultado 19 de abril 2024. Disponible en <http://earth.google.com>
- Guanche, A. 2015. Las lombrices y la agricultura. La Paz, Baja California Sur, México, 20 p.
- Guarachi, E. 2011. Balance hídrico en el cultivo de papa bajo condiciones de drenaje sukakollus. Tesis Ing. Agr. La Paz - Bolivia. Universidad Publica de El Alto. 96 p.
- Guardo, A. 2022. Qué es el abono orgánico y cuáles son sus beneficios. Consultado 23 de febrero 2024. Disponible en <https://www.lamastore.es/blog/abono-organico/>

- Gutierrez, R. 2018. Estudio de la diversidad genetica y características agronomicas de variedades tradicionales de nabo en la region mediterranea Italia. Universidad de Bolinia. 70 p.
- Hernández, M. y Díaz, L. 2009. Producción de nabo (*Brassica rapa* L.) en suelos de la provincia de Ciego de Ávila, Cuba. 21 - 24 p.
- Huallpa, F. 2010. Comportamiento productivo de variedades de nabo (*Brassica napus* L.) con diferentes abonos orgánicos en el altiplano norte de La Paz. La Paz - Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 85 p.
- Huiche, G. 2021. Rendimiento de nabo forrajero (*Brassica napus* L.) con aplicación de abonos orgánicos en el centro experimental camacani - una Puno. Puno - Perú. Universidad Nacional del Altiplano. 112 p.
- Infojardin. 2011. Cultivo de la cebolla: plagas, enfermedades y fisiopatías en el cultivo de cebollas. Consultado 26 de marzo 2024. Disponible en <https://archivo.infojardin.com/tema/lombricomposta-como-la-uso.254157/>
- INIAF. 2024. Investigacion agropecuaria y forestal boliviana. Consultado 17 de abril 2024. Disponible en <https://revistas.iniaf.gob.bo/index.php/riafb>
- Irribaren, A. 2023. Cultivo de nabo (*Brassica rapa*). Jesus-Lauricocha. Instituto de Educación Superior Tecnológico Público. Consultado 16 de enero 2024. Disponible en <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-hermilio-valdizan/plantas-medicinales-y-terapeutica/plan-de-cultivo-del-nabo/70625844>
- Jaramillo, J. y Muñoz, M. 2018. Diseño, construcción y automatización de un extractor de lixiviados a partir de humus de lombriz californiana (*Eiseniafoetida*). Riobamba – Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 44 p.
- LAFASA. 2023. Analisis fisico quimico de suelos. La Paz - Bolivia Universidad Mayor de San Andres. 89 p.
- LCA. 2023. Informe de ensayo en humus de lombriz. La Paz - Bolivia. Universidad Mayor de San Andres.
- Leyton, R. 2020. Relación beneficio costo (B/C). Consultado 21 de abril 2024. Disponible en <https://www.gestiopolis.com/calculo-de-la-relacion-beneficio-coste/>
- Mamani, C. 2020. Especies Fitoremediadoras. Consultado 27 de febrero 2024. Disponible en <https://es.scribd.com/document/471491657/ESPECIES-FITOREMEDIADORAS>
- Mamani, F. 2018. Producción de nabo (*Brassica naphus*) con tres tipos de abonos orgánicos en el municipio de Patacamaya. La Paz - Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 72 p.

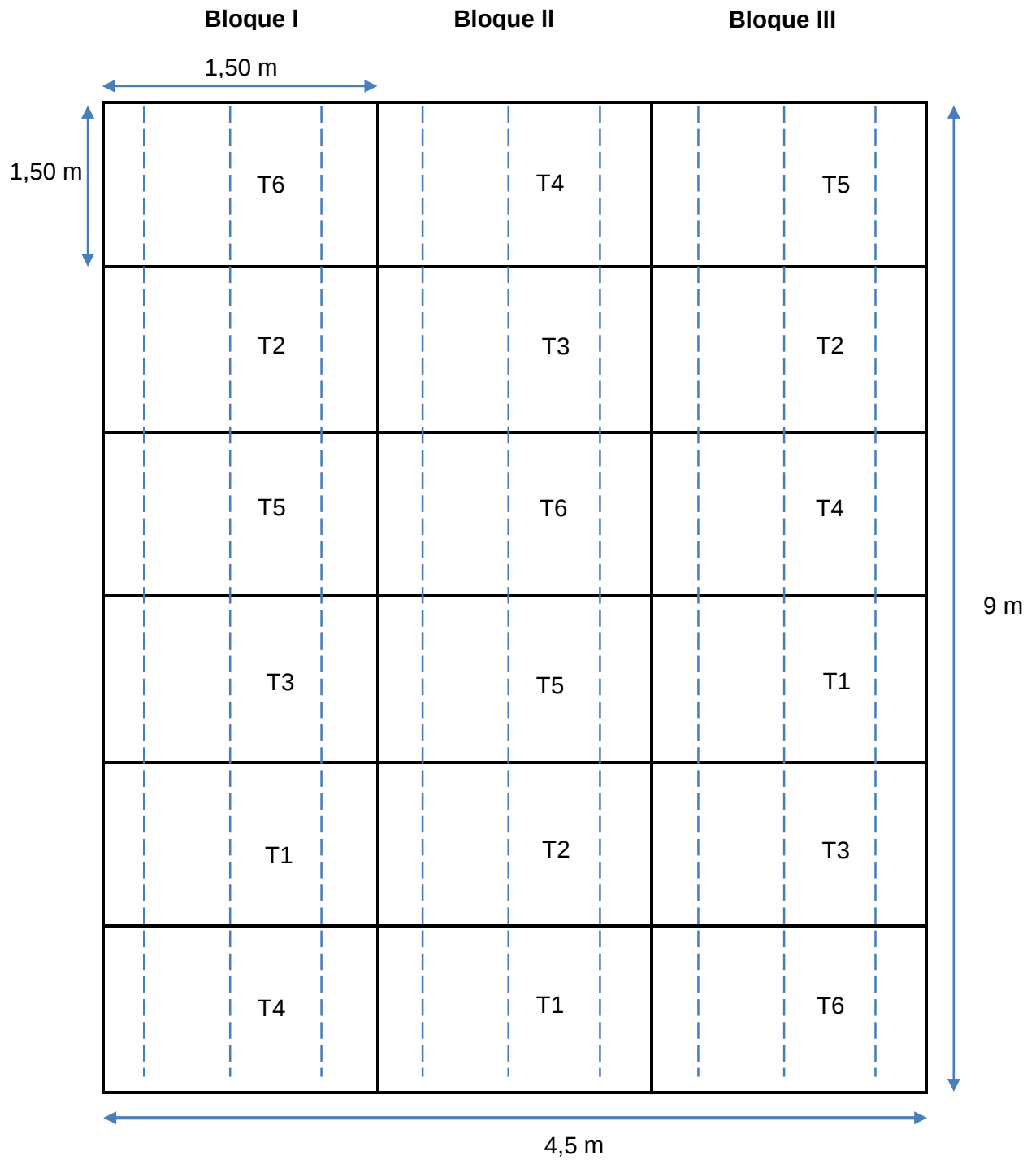
- Martínez, J.;Díaz, L.;Rojas, Y. y Suárez, L. 2021. Evaluación del potencial productivo y calidad del nabo (*Brassica rapa* L.) en condiciones de invernadero en el trópico húmedo. Colombia, 15 - 24 p.
- Méndez, J. y Viteri, S. 2007. Alternativas de biofertilización para la producción sostenible de cebolla de bulbo (*Allium cepa*) en Cucaita, Boyacá. Consultado 23 de mayo 2024. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-99652007000100019&script=sci_arttext
- Mendoza, W. 2022. Elaboracion y comercializacion de la mermelada de nabo en la comunidad hilata arriba y la ciudad de viacha. Viacha-Bolivia. Luis espinal camps. 22 p.
- Moñocopa, L. 2012. Adaptabilidad de veinticinco líneas de trigo harinero (*Triticum aestivum*) en condiciones del altiplano norte del departamento de La Paz. La Paz, Bolivia. Universidad Pública de El Alto. 105 p.
- Morales, J. 2018. Cultivo de nabo. Consultado 30 de diciembre 2023. Disponible en <https://es.scribd.com/document/382177865/Cultivo-de-Nabo>
- Ochoa, R. 2013. Introducción al manejo del sas (sistema de análisis estadístico). La Paz – Bolivia. 53 p. Disponible en <https://es.scribd.com/document/468245871/Manual-SAS-Ramiro-Ochoa>
- Palomino, A. 2010. Manual Agricultura Alternativa. Bogotá - Colombia, . 61 p.
- Pascual, 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 Ing. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor de San Andres. 107 p.
- Pineda, J. 2015. Cultivo de nabo en las hortalizas. Quito - Ecuador. Consultado 24 de mayo 2024. Disponible en <https://encolombia.com/economia/agroindustria/agronomia/cultivo-de-nabo/>
- Pizango, F. 2022. Niveles de compost de estiércol de aves de postura y sus efectos en el cultivo de *Brassica napus* L. nabo, en zungarococha-loreto. Iquitos, Peru. Facultad de Agronomía 55 p.
- Pujro, J. 2002. Introducción de seis variedades de nabo (*Brassica napus*) en dos zonas agroecológicas del Departamento de La Paz. La Paz - Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 84 p.
- Quille, L. 2015. Comportamiento agronómico del cultivo de nabo (*Brassica napus*) con diferentes abonos orgánicos en la unidad educativa calazacón del cantón santo domingo de los tsáchilas, año 2014. Tesis Ing. Quevedo - Los Ríos – Ecuador. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 71 p.

- Ramos, C. 2022. Efecto del biol en el rendimiento del cultivo de nabo (*Brassica napus* L.), aplicando 3 dosis y 3 momentos diferentes. Cajamarca – Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 62 p.
- Ramos, F. 2007. Humus de lombriz (lombricomposta) - especificaciones y métodos de prueba Mexico, 81 p.
- Rios, R. y Ortiz, E. 2022. El cultivo del nabo. Minga Guazu - Paraguay, Universidad Nacional del Este. 17 p.
- Rodriguez, P. 2018. Efecto del humus de lombriz en la remediación de suelos contaminado con crudo de petróleo. Tesis Agr. Pucallpa – Perú. Universidad Nacional de Ucayali. 81 p.
- Salazar, E.;Fortis, M.;Vázquez, A. y Vázquez, C. 2015. Abonos orgánicos y plasticultura. Mexico, 95 p. Disponible en https://www.smcsmx.org/files/books/abonos_org.pdf
- Sánchez, C. 2023. Abonos orgánicos y lombricultura. Lima, Perú, 135 p.
- Santana, J. 2015. Empleo de abonos orgánicos en la producción de nabo chino (*Brassica campestris* L.). Tesis Agr. Quevedo – Los Ríos – Ecuador Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 57 p.
- SENAMHI. 2024. Centro de información meteorológico. La Paz - Bolivia. Consultado 18 de marzo 2024. Disponible en <http://www.senamhi.org.bo>
- Serrano, G. 2000. Riego subsuperficial en ambientes atemperados para la producción intensiva de nabo (*Brassica napus*) y lechuga (*Lactuca sativa*). La Paz - Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 110 p.
- Smith, J. 2023. Suelos de bofedal: Características y funciones en los ecosistemas de alta montaña. . 58 p.
- Suárez, S.;Mamani, M. y Saavedra, P. 2022. Comportamiento del consumidor de hortalizas después de la pandemia en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Santa Cruz - Bolivia, Facultad de Ciencias Empresariales UTEPSA. 115 p.
- Taiz, L. 2006. Fisiología vegetal. 4ta ed. Sunderland, 245 p.
- Toro, F. 2013. Efecto de productos orgánicos aplicados al suelo en la producción de romanesco (*Brassica oleraceae* L.) variedad botrytis I. en el cantón Salcedo. Quevedo –Ecuador. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 64 p.

- Vargas, P. 2019. Efecto de la fertilización con nitrógeno y fósforo en el rendimiento y calidad del cultivo de nabo (*Brassica rapa*) en el Altiplano de Bolivia. Instituto Nacional de Inovacion Agropecuaria y Forestal (INIAF) en La Paz-Bolivia 94 p.
- Vasquez, S. 2021. Efecto de aplicación de biol en el comportamiento productivo del cultivo de nabo (*Brassica napus* L.) en la localidad de Patacamaya. Tesis Ing. La Paz - Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 51 p.
- VYR. 2024. Pg-6050 Programador de grifo mecánico-secuencial. Consultado 18 de junio 2024. Disponible en <https://www.vyrsa.com/es/catalogo/productos/pg-6050-mecanico-secuencial/>
- Weil, R. 2004. Materia organica del suelo en agricultura sostenible New york-Washington, 63 p.
- Zapata, W. 2015. Comportamiento agronómico del cultivo de nabo (*Brassica napus*. L.), con diferentes abonos orgánicos en la finca experimental la “maría” uteq, año 2014. Quevedo – Ecuador. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 60 p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Croquis del experimento



Anexo 2. Análisis físico- químico de suelos



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



RES: FAC.AGRO.LAB. N°162

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO:

ANALISTA DE LAB.:

SOLICITUD:

FECHA DE ENTREGA:

RESPONSABLE DE MUESTREO

PROCEDENCIA:

MOISES BRAYNER PALMA

Ing. Elizabeth Yujra Ticona

LAF 162_23

26/09/2023

MOISES BRAYNER PALMA

Departamento La Paz

Municipio LAJA-KALLUTACA

Provincia Los Andes

Coordenadas X: -16,5167; Y-683167

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
TEXTURA	Arcna	%	21
	Limo	%	45
	Arcilla	%	34
	Clase Textural	-	Franco arcilloso
Densidad Aparente	g/cm ³	1.053	Probeta
Porosidad	%	55	(Probeta; Picnómetro)
pH en H ₂ O relación 1:25	-	8.22	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:25	mmhos/cm	4.35	Potenciometría
Potasio intercambiable	meq/100g S.	2.774	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Nitrógeno total	%	0.48	Kjendahl
Materia orgánica	%	7.70	Walkley y Black
Fósforo disponible	ppm	88.40	Espectrofotometría UV-Visible

* El informe de laboratorio es válido si se prestan las firmas y sellos correspondientes

* En caso de que el laboratorio no efectuó el muestreo, no es responsable para la representatividad, ni la preservación de la muestra

* Está prohibido la reproducción total o parcial de este documento sin previa autorización escrita del laboratorio


 Ing. Elizabeth Yujra Ticona
 ANALISTA FÍSICOQUÍMICO
 DE SUELOS AGUAS Y VEGETALES
 LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS LAFASA




 Ing. Roberto M. C. Ph.D.
 RESPONSABLE
 LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS LAFASA

Anexo 3. Análisis del abono orgánico Humus de lombriz

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: MO 16/23

Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYO EN HUMUS DE LOMBRIZ MO 16/23

Solicitante:	Wilson Choque Condori- Royvin Arenas Apuri
Entidad:	UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
Dirección del cliente:	Z/Villa Ingenio, C/6 de Junio
Procedencia de la muestra:	Kalluitaca
	Departamento: La Paz
Punto de muestreo:	Kalamarca
Responsable del muestreo:	Wilson Choque Condori- Royvin Arenas Apuri
Fecha de muestreo:	13 de septiembre de 2023
Hora de muestreo:	07:00
Fecha de recepción de la muestra:	20 de septiembre, 2023
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 20 de septiembre 4 de octubre, 2023
Caracterización de la muestra:	Humus de Lombriz
Tipo de muestra:	Simple
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	16- 1
Código original :	H. Lombriz

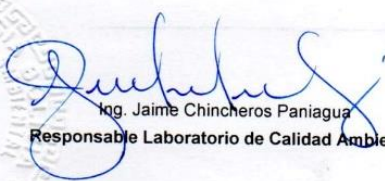
Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	H. Lombriz 16- 1
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	7,6
Conductividad eléctrica	ASPT 6	µS/cm	1,0	3000
Fósforo total	Metodo calcinación/ASPT 91	mg/kg	0,40	4951
Materia organica	Calcinacion	%	5,0	37
Nitrógeno total	ASPT-88	%	0,0030	1,3
Potasio total	Microwave Reaction System/EPA 258.1	mg/kg	8,0	5722

Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, 10 de octubre de 2023

c.c.: Arch.
JCH/LCA


Ing. Jaime Chincheros Paniagua
Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental



Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf./Fax: 2772522
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

Anexo 4. Análisis de agua de Kallutaca



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE AGRONOMÍA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



RES: FAC.AGRO.LAB. 0145

ANÁLISIS QUÍMICO MUESTRA DE AGUA

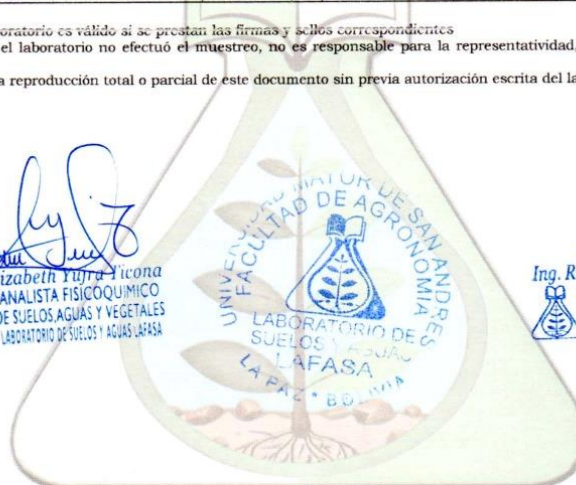
INTERESADO:
RESPONSABLE DE ANALISIS
SOLICITUD:
FECHA DE ENTREGA:
RESPONSABLE DE MUESTREO
PROCEDENCIA:

MOISES BRAYNER PALMA
Ing. Elizabeth Yujra Ticona
LAF MO-06
02/10/2023
MOISES BRAYNER PALMA
Departamento La Paz
Municipio Laja
Provincia Los Andes
Comunidad Kallutaca

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
pH en H ₂ O relación 1:5	-	7.38	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmhos/cm	0.02	Potenciometría

* El informe de laboratorio es válido si se prestan las firmas y sellos correspondientes
* En caso de que el laboratorio no efectuó el muestreo, no es responsable para la representatividad, ni la preservación de la muestra
* Está prohibido la reproducción total o parcial de este documento sin previa autorización escrita del laboratorio


Ing. Elizabeth Yujra Ticona
ANALISTA FÍSICOQUÍMICO
DE SUELOS AGUAS Y VEGETALES
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS LAFASA




Ing. Roberto Miranda C. Ph.D.
RESPONSABLE
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS LAFASA

Anexo 5. Cálculo de lámina de agua en el ciclo del cultivo de nabo

Datos

$$1 \text{ min} = 60 \text{ gotas}$$

$$1 \text{ m}^2 = 6,2 \text{ emisores (goteros)}$$

$$1 \text{ gota} = 0,05 \text{ ml}$$

1.- Cálculo del volumen de agua por minuto

$$60 \text{ gotas/min} * 0.05 \text{ ml/gota} = 3 \text{ ml/min}$$

2.- Cálculo del volumen del agua por m² en 1 min

$$3 \text{ ml/min} * 6,2 \text{ goteros/m}^2 = 18,6 \text{ ml/min/m}^2$$

- Conversión de ml a lt

$$1 \text{ Lt} = 1000 \text{ ml}$$

$$L = 18,6 \text{ ml/min} * \frac{1 \text{ lt}}{1000 \text{ ml}} = 0,0186 \text{ lt/min/m}^2$$

3.- Cálculo del volumen de agua por m² en 1 hora

$$1 \text{ hr} = 60 \text{ min}$$

$$1 \text{ lt} = 1000 \text{ ml}$$

$$0,0186 \text{ lt/min} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}} = 1,116 \text{ lt/hr}$$

$$1,116 \text{ lt} * \frac{1000 \text{ ml}}{1 \text{ lt}} = 1116 \text{ ml/hr}$$

4.- Cálculo del volumen de agua por m² en 20 min

$$0,0186 \text{ lt/min} * 20 \text{ min} = 0,372 \text{ lt/m}^2 = 0,372 \text{ mm/m}^2 \text{ redondeado } 0,4 \text{ mm/m}^2$$

En un tiempo de 20 min se aplicó una lámina de 0,4 mm cada 24 hrs.

$$0,4 \text{ mm/día} * 90 \text{ días} = 36 \text{ mm/m}^2$$

En el ciclo de 90 días se utilizó 36 mm/m² de agua lo que significa 36 lt / m²

$$36 \text{ mm/m}^2 * 40,5 \text{ m}^2 = 1447 \text{ lt}$$

Para el riego del cultivo de nabo en un tiempo de 90 días se utilizó 1447 lt de agua para el riego por un área de 40,5 m²

$$1447 \text{ lt} / 1080 \text{ plantas} = 1,3 \text{ lt/planta}$$

Se utilizó en cada planta 1,3 lt de agua para el riego en todo el ciclo del cultivo de nabo.

Anexo 6. Cálculo de análisis físico químico del suelo

- **Textura:** Arena 21 % Limo 45% Arcilla 34 % (Franco arcilloso)
- **Densidad:** 1,053 g/cm³
- **pH:** 8,22
- **Materia orgánica:** 7,70 %
- **Nitrógeno Total:** 0,48%
- **Potasio intercambiable:** 2,774 meq/ 100g Suelo
- **Fosforo disponible:** 88,40 ppm

Peso del suelo = L * L * H

$$100 * 100 * 0,3 = 3000 \text{ m}^3$$

$$kg/ha = \frac{\text{volumen en m}^3 * \text{densidad en kg/m}^3}{\text{Area en ha}}$$

$$kg/ha = \frac{3000 \text{ m}^3 * 1000 \text{ kg/m}^3}{1 \text{ ha}} = 3000000 \text{ kg/ha}$$

- Transformación en términos de nutrientes disponibles del suelo.

Nitrógeno

$$100 \% \longrightarrow 3000000 \text{ kg/ha}$$

$$0,48\% \longrightarrow X$$

$$X = 14400 \text{ kg N/ha}$$

Coefficiente de variación 1%

$$\text{Decimal} = \frac{\text{Porcentaje}}{100} \quad D = \frac{1\%}{100} = 0,01 \text{ decimal}$$

$$\text{Peso de suelo} = 14400 \text{ kg N/ha} * 0,01 = 144 \text{ kg N/ha/año}$$

Cálculo de la mineralización para el ciclo de 3 meses del cultivo de nabo

$$\frac{144 \text{ kg}}{12 \text{ meses}} = 12 \text{ kg N/ha/mes}$$

$$12 \text{ kg N/ha/mes} * 3 \text{ meses} = 36 \text{ kg N/ha/ciclo de nabo}$$

Fosforo

Fosforo disponible = 88,40 ppm

$$\begin{array}{lcl} 88,40 \text{ ppm} & \longrightarrow & 10^6 = 1000000 \\ X & \longrightarrow & 3000000 \text{ Kg/ha} \end{array} \quad X = 265,2 \text{ Kg P/ha}$$

Potasio

2,774 meq/100 g Suelo: Considerando que s disponible entre 10 y 50 % de K

Coefficiente de mineralización = 1% = 0.01 decimal

K disponible $2,774 * 10\% * 0,01 = 0,277 \text{ meq/100g Suelo}$

Miliequivalentes de potasio =
 $39,1/1000 = 0,0391$

$0.277 * 0.0391\text{g} = 0.011 \text{ gr de K/100gr de Suelo}$

$$\begin{array}{lcl} 0,011\text{gr de K} & \longrightarrow & 100 \text{ gr de Suelo} \\ X & \longrightarrow & 10^6 \text{ peso de suelo} \end{array} \quad 1000000$$

$X = 110 \text{ ppm de K}$

Calculo en kg de K (Potasio)

$$\begin{array}{lcl} 110 \text{ K} & \longrightarrow & 10^6 = 1000000 \text{ peso del suelo} \\ X & \longrightarrow & 3000000 \text{ kg/ha} \end{array} \quad X = 330 \text{ kg de K disponible/ ha}$$

Materia Orgánica

$$\begin{array}{lcl} 100\% & \longleftarrow & 3000000 \text{ kg/ha} \\ 7,70\% & \longleftarrow & X \end{array}$$

$X = 231000 \text{ kg/ha}$

$$231000 \text{ kg/ha} * \frac{1 \text{ ha}}{10000 \text{ m}^2} = 23,1 \text{ kg de M.O./m}^2 \text{ a una prof. de } 0,3\text{m}$$

Nutrientes de suelo disponible

N = 36 kg N/ha

P = 265,2 kg P/ha

K = 330 kg K/ha

Clasificación del estatus de la fertilidad del suelo

N = 0,48 %	36 kg	Medio
P = 88,40 ppm	265,2 kg	Alto
K = 110 ppm	330 kg	Bajo
M.O. = 7,70 %	23,1 kg/m ² /0.3	Alto

Niveles	M.O. %	N%	P (ppm)	K (ppm)
Bajo	Menor a 2	0.1	0 – 6	0 – 124
Medio	2 - 4	0.1 – 0.2	7 – 14	124 – 248
Alto	Mayor a 4	0.2	14	248

Anexo 7. Cálculo de análisis químico muestra orgánica (humus de lombriz)

- **Humedad:** 10% (100% - 10% = 90% base de cálculo)
- **pH:** 7.6
- **Nitrogeno total:** 1.3 %
- **Fosforo total:** 4951 mg/kg
- **Potasio total:** 5722 mg/kg

Niveles de abonamiento con materia orgánica (humus de lombriz)

Tratamiento 3 donde se aplicó 5 tn/ha

- **Materia seca** humedad 10% (100% -10% = 90% M.S.)
5 tn/ha H.L. $\longrightarrow$ 100%
X $\longrightarrow$ 40% X = 2 tn H.L. seco/ha

- **Aplicación de nitrógeno**
2 t/ha H.L. $\longrightarrow$ 100%
X $\longrightarrow$ 1.3% X = 0.026 t N/ha

$$0.026 \text{ tn/ha} * \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ tn}} = 26 \text{ kg N/ha}$$

- **Aplicación de Fosforo** 4951 mg/kg = 4951 ppm
10000 ppm $\longleftarrow$ 1%
4951 ppm $\longleftarrow$ X X = 0.4951 %

$$1 \text{ ppm} = 1 \text{ mg/kg}$$

$$10000 \text{ ppm} = 1 \%$$

$$\begin{array}{lcl}
 2 \text{ t/ha H.L.} & \longrightarrow & 100\% \\
 X & \longrightarrow & 0.4951\% \quad X = 0.0099 \text{ t P/ha} \\
 0.0099 \text{ tn/ha} * \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ tn}} & = & \boxed{9.90 \text{ kg P/ha}}
 \end{array}$$

- **Aplicación de Potasio** 5722 mg/kg = 5722 ppm

$$\begin{array}{lcl}
 10000 \text{ ppm} & \longleftarrow & 1\% \\
 5722 \text{ ppm} & \longleftarrow & X \quad X = 0.5722\%
 \end{array}$$

1ppm = 1mg/kg
 10000 ppm = 1 %

$$\begin{array}{lcl}
 2 \text{ t/ha H.L.} & \longrightarrow & 100\% \\
 X & \longrightarrow & 0.5722\% \quad X = 0.0114 \text{ t K/ha} \\
 0.0114 \text{ tn/ha} * \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ tn}} & = & \boxed{11.4 \text{ kg K/ha}}
 \end{array}$$

Análisis dosis de fertilización de cultivo de nabo

COMPONENETES	MO Kg	N Kg	P Kg	K Kg
Análisis de suelo en 1 m2 x 0.3 de Prof.	23.1	36	265.2	330
Análisis humus de lombriz.		26	9.90	11.4
Extracción o necesidad del cultivo de nabo (rendimiento de 40 t/ha).		120	60	190

Tratamiento 2 donde se aplicó 2.5 tn/ha

- **Materia seca** humedad 10% (100% -10% = 90% M.S.)

$$\begin{array}{lcl}
 1 \text{ tn/ha H.L.} & \longrightarrow & 100\% \\
 X & \longrightarrow & 40\% \quad X = 2.25 \text{ tn H.L. seco/ha}
 \end{array}$$

- **Aplicación de nitrógeno**

$$\begin{array}{lcl}
 1 \text{ t/ha H.L.} & \longrightarrow & 100\% \\
 X & \longrightarrow & 1.3\% \quad X = 0.013 \text{ t N/ha} \\
 0.013 \text{ tn/ha} * \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ tn}} & = & \boxed{13 \text{ kg N/ha}}
 \end{array}$$

- **Aplicación de Fosforo** 4951 mg/kg = 4951 ppm

$$\begin{array}{lcl}
 10000 \text{ ppm} & \longleftarrow & 1\% \\
 4951 \text{ ppm} & \longleftarrow & X \quad X = 0.4951\%
 \end{array}$$

1ppm = 1mg/kg
 10000 ppm = 1 %

$$\begin{array}{rcl}
 1 \text{ t/ha H.L.} & \longrightarrow & 100\% \\
 X & \longrightarrow & 0.4951\%
 \end{array}$$

$$X = 0.00495 \text{ t P/ha}$$

$$0.00495 \text{ tn/ha} * \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ tn}} = 4.95 \text{ kg P/ha}$$

- **Aplicación de Potasio** $5722 \text{ mg/kg} = 5722 \text{ ppm}$

$$\begin{array}{rcl}
 10000 \text{ ppm} & \longleftarrow & 1\% \\
 5722 \text{ ppm} & \longleftarrow & X
 \end{array}$$

$X = 0.5722 \%$

$$\begin{array}{l}
 1 \text{ ppm} = 1 \text{ mg/kg} \\
 10000 \text{ ppm} = 1\%
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 1 \text{ t/ha H.L.} & \longrightarrow & 100\% \\
 X & \longrightarrow & 0.5722\%
 \end{array}$$

$$X = 0.00572 \text{ t K/ha}$$

$$0.00572 \text{ tn/ha} * \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ tn}} = 5.72 \text{ kg K/ha}$$

Análisis dosis de fertilización de cultivo de nabo

COMPONENETES	MO Kg	N Kg	P Kg	K Kg
Análisis de suelo en 1 m ² x 0.3 de Prof.	23.1	36	265.2	330
Análisis humus de lombriz.		13	4.95	5.72
Extracción o necesidad del cultivo de nabo (rendimiento de 25 t/ha)		90	50	120

Tratamiento 1 donde se aplicó 0 tn/ha

Análisis dosis de fertilización de cultivo de nabo

COMPONENETES	MO Kg	N Kg	P Kg	K Kg
Análisis de suelo en 1 m ² x 0.3 de Prof.	23.1	36	265.2	330
Extracción o necesidad del cultivo de nabo.		90	50	120

Anexo 8. Costos de producción de tratamiento 1 (V. Purple Top White - 0 kg de humus de lombriz)

	Concepto	Unidad	Cantidad	Cost/Unit Bs.	Costo Total Bs.
Insumos					18,07
1	Semilla de variedad Purple Top White	oz	0,05	10,00	0,50
2	Bolsas de celofán para embolsado (100 unid)	pqt	0,30	20,00	6,00
3	Turba	saco	0,66	15,00	9,90
4	Humus de lombriz	kg	0	7,00	0,00
5	Transporte de insumos	glb	0,167	10,00	1,67
Preparación de suelos					16,80
1	Limpieza de la parcela	hr	0,17	10,00	1,70
2	Preparado de suelo (labranza primaria motocultor)	hr	0,17	30,00	5,10
3	Desterronado (manual)	hr	0,67	10,00	6,70
4	Abonado (humus)	hr	0	10,00	0,00
5	Nivelado (manual)	hr	0,33	10,00	3,30
Riego apertura de cabezales					5,10
1	Tendido de cintas de goteo	hr	0,17	10,00	1,70
2	Mantenimiento de cintas de goteo	hr	0,17	10,00	1,70
3	Aplicación riego por goteo	hr	0,17	10,00	1,70
Siembra					5,00
1	Siembra	hr	0,5	10,00	5,00
Labores culturales					13,10
1	Riego (cada 1 días/20 minutos)	hr	0,06	10,00	0,60
2	Raleo	hr	0,33	10,00	3,30
3	Aporque	hr	0,42	10,00	4,20
4	Deshierbe	hr	0,5	10,00	5,00
Cosecha					9,20
1	Recolección de plantas	hr	0,42	10,00	4,20
2	Traslado a espacio de post cosecha	hr	0,5	10,00	5,00
Post cosecha					13,40
1	Selección	hr	0,33	10,00	3,30
2	Limpieza y lavado	hr	0,5	10,00	5,00
3	Embolsado	hr	0,25	10,00	2,50
5	Acomodo en canastas (cajas)	hr	0,13	10,00	1,30
6	Entrega y envió	hr	0,13	10,00	1,30
Comercialización mercado de abasto					1,70
1	Transporte (carpa solar - mercado)	hr	0,08	10,00	0,80
2	Acomodo punto de venta	hr	0,03	10,00	0,30
3	Entrega a detallistas y consumidores	hr	0,03	10,00	0,30
4	Recojo y cargado de cajas	hr	0,03	10,00	0,30
5	Cobranzas	hr	0,03	10,00	0,30
Total costo directo					82,37
1	Agua de riego (sistema de mantenimientos)	m3	0,16	2,00	0,32
2	Herramientas menores	glb	0,5	10,00	5,00
3	Alquiler (mes) carpa solar 1000m2	glb	0,0075	500,00	3,75
Total costos indirectos					9,07
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN (C.D.+C.I.)					91,44

Anexo 9. Costos de producción de tratamiento T2 (V. Purple Top White - 0,250 kg de humus de lombriz)

	Concepto	Unidad	Cantidad	Cost/Unit Bs.	Costo Total Bs.
Insumos					29,87
1	Semilla de variedad Purple Top White	oz	0,05	10,00	0,50
2	Bolsas de celofán para embolsado (100 unid)	pqt	0,30	20,00	6,00
3	Turba	saco	0,66	15,00	9,90
4	Humus de lombriz	kg	1,686	7,00	11,80
5	Transporte de Insumos	glb	0,167	10,00	1,67
Preparación de suelos					19,30
1	Limpieza de la parcela	hr	0,17	10,00	1,70
2	Preparado de suelo (labranza primaria Motocultor)	hr	0,17	30,00	5,10
3	Desterronado (manual)	hr	0,67	10,00	6,70
4	Abonado (humus)	hr	0,25	10,00	2,50
5	Nivelado (manual)	hr	0,33	10,00	3,30
Riego apertura de cabezales					5,10
1	Tendido de cintas de goteo	hr	0,17	10,00	1,70
2	Mantenimiento de cintas de goteo	hr	0,17	10,00	1,70
3	Aplicación riego por goteo	hr	0,17	10,00	1,70
Siembra					5,00
1	Siembra	hr	0,5	10,00	5,00
Labores culturales					13,10
1	Riego (cada 1 días/20 minutos)	hr	0,06	10,00	0,60
2	Raleo	hr	0,33	10,00	3,30
4	Aporque	hr	0,42	10,00	4,20
5	Deshierbe	hr	0,5	10,00	5,00
Cosecha					9,20
1	Recolección de plantas	hr	0,42	10,00	4,20
2	Traslado a espacio de post cosecha	hr	0,5	10,00	5,00
Post cosecha					13,40
1	Selección	hr	0,33	10,00	3,30
2	Limpieza y lavado	hr	0,5	10,00	5,00
3	Embolsado	hr	0,25	10,00	2,50
4	Acomodo en canastas (Cajas)	hr	0,13	10,00	1,30
5	Entrega y envió	hr	0,13	10,00	1,30
Comercialización mercado de abasto					1,70
1	Transporte (carpa solar - mercado)	hr	0,08	10,00	0,80
2	Acomodo punto de venta	hr	0,03	10,00	0,30
3	Entrega a detallistas y consumidores	hr	0,03	10,00	0,30
4	Recojo y cargado de cajas	hr	0,03	10,00	0,30
5	Cobranzas	hr	0,03	10,00	0,30
Total costo directo					96,67
1	Agua de riego (sistema de mantenimientos)	m3	0,16	2,00	0,32
2	Herramientas menores	glb	0,5	10,00	5,00
3	Alquiler (mes) carpa solar 1000m2	glb	0,0075	500,00	3,75
Total costos indirectos					9,07
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN (C.D.+C.I.)					105,74

Anexo 10. Costos de producción de tratamiento T3 (V. Purple Top White - 0,500 kg de humus de lombriz)

	Concepto	Unidad	Cantidad	Cost/Unit Bs.	Costo Total Bs.
Insumos					41,70
1	Semilla de variedad Purple Top White	oz	0,05	10,00	0,50
2	Bolsas de celofán para embolsado (100 unid)	pqt	0,30	20,00	6,00
3	Turba	saco	0,66	15,00	9,90
4	Humus de lombriz	kg	3,375	7,00	23,63
5	Transporte de insumos	glb	0,167	10,00	1,67
Preparación de suelos					19,30
1	Limpieza de la parcela	hr	0,17	10,00	1,70
2	Preparado de suelo (labranza primaria motocultor)	hr	0,17	30,00	5,10
3	Desterronado (manual)	hr	0,67	10,00	6,70
4	Abonado (humus)	hr	0,25	10,00	2,50
5	Nivelado (manual)	hr	0,33	10,00	3,30
Riego apertura de cabezales					5,10
1	Tendido de cintas de goteo	hr	0,17	10,00	1,70
2	Mantenimiento de cintas de goteo	hr	0,17	10,00	1,70
3	Aplicación riego por goteo	hr	0,17	10,00	1,70
Siembra					5,00
1	Siembra	hr	0,5	10,00	5,00
Labores culturales					13,10
1	Riego (cada 1 días/20 minutos)	hr	0,06	10,00	0,60
2	Raleo	hr	0,33	10,00	3,30
4	Aporque	hr	0,42	10,00	4,20
5	Deshierbe	hr	0,5	10,00	5,00
Cosecha					9,20
1	Recolección de plantas	hr	0,42	10,00	4,20
2	Traslado a espacio de post cosecha	hr	0,5	10,00	5,00
Post cosecha					13,40
1	Selección	hr	0,33	10,00	3,30
1	Limpieza y lavado	hr	0,5	10,00	5,00
2	Embolsado	hr	0,25	10,00	2,50
3	Acomodo en canastas (cajas)	hr	0,13	10,00	1,30
4	Entrega y envió	hr	0,13	10,00	1,30
Comercialización mercado de abasto					1,70
1	Transporte (carpa solar - mercado)	hr	0,08	10,00	0,80
2	Acomodo punto de venta	hr	0,03	10,00	0,30
3	Entrega a detallistas y consumidores	hr	0,03	10,00	0,30
4	Recojo y cargado de cajas	hr	0,03	10,00	0,30
5	Cobranzas	hr	0,03	10,00	0,30
Total costo directo					108,50
1	Agua de riego (sistema de mantenimientos)	m3	0,16	2,00	0,32
2	Herramientas menores	glb	0,5	10,00	5,00
3	Alquiler (mes) carpa solar 1000m ²	glb	0,0075	500,00	3,75
Total costos indirectos					9,07
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN (C.D.+C.I.)					117,57

Anexo 11. Costos de producción de tratamiento T4 (V. Rondo Coll. Viola - 0 kg de humus de lombriz)

	Concepto	Unidad	Cantidad	Cost/Unit Bs.	Costo Total Bs.
Insumos					18,07
1	Semilla de variedad Rondo Coll. Viola	oz	0,05	10,00	0,50
2	Bolsas de celofán para embolsado (100 unid)	pqt	0,30	20,00	6,00
3	Turba	saco	0,66	15,00	9,90
4	Humus de lombriz	kg	0	7,00	0,00
5	Transporte de insumos	glb	0,167	10,00	1,67
Preparación de suelos					15,80
1	Limpieza de la parcela	hr	0,17	10,00	1,70
2	Preparado de suelo (labranza primaria motocultor)	hr	0,17	30,00	5,10
3	Desterronado (manual)	hr	0,57	10,00	5,70
4	Abonado (humus)	hr	0	10,00	0,00
5	Nivelado (manual)	hr	0,33	10,00	3,30
Riego apertura de cabezales					5,10
1	Tendido de cintas de goteo	hr	0,17	10,00	1,70
2	Mantenimiento de cintas de goteo	hr	0,17	10,00	1,70
3	Aplicación riego por goteo	hr	0,17	10,00	1,70
Siembra					5,00
1	Siembra	hr	0,5	10,00	5,00
Labores culturales					13,10
1	Riego (cada 1 días/20 minutos)	hr	0,06	10,00	0,60
2	Raleo	hr	0,33	10,00	3,30
4	Aporque	hr	0,42	10,00	4,20
5	Deshierbe	hr	0,5	10,00	5,00
Cosecha					9,20
1	Recolección de plantas	hr	0,42	10,00	4,20
2	Traslado a espacio de post cosecha	hr	0,5	10,00	5,00
Post cosecha					13,40
1	Selección	hr	0,33	10,00	3,30
2	Limpieza y lavado	hr	0,5	10,00	5,00
3	Embolsado	hr	0,25	10,00	2,50
4	Acomodo en canastas (cajas)	hr	0,13	10,00	1,30
5	Entrega y envió	hr	0,13	10,00	1,30
Comercialización mercado de abasto					1,70
1	Transporte (carpa solar - mercado)	hr	0,08	10,00	0,80
2	Acomodo punto de venta	hr	0,03	10,00	0,30
3	Entrega a detallistas y consumidores	hr	0,03	10,00	0,30
4	Recojo y cargado de cajas	hr	0,03	10,00	0,30
5	Cobranzas	hr	0,03	10,00	0,30
Total costo directo					81,37
1	Agua de riego (sistema de mantenimientos)	m3	0,16	2,00	0,32
2	Herramientas menores	glb	0,5	10,00	5,00
3	Alquiler (mes) carpa solar 1000m2	glb	0,0075	500,00	3,75
Total costos indirectos					9,07
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN (C.D.+C.I.)					90,44

Anexo 12. Costos de producción de tratamiento T5 (V. Rondo Coll. Viola - 0,250 kg de humus de lombriz)

	Concepto	Unidad	Cantidad	Cost/Unit Bs.	Costo Total Bs.
Insumos					29,87
1	Semilla de variedad Rondo Coll. Viola	oz	0,05	10,00	0,50
2	Bolsas de celofán para embolsado (100 unid)	pqt	0,30	20,00	6,00
3	Turba	saco	0,66	15,00	9,90
4	Humus de lombriz	kg	1,686	7,00	11,80
5	Transporte de insumos	glb	0,167	10,00	1,67
Preparación de suelos					19,30
1	Limpieza de la parcela	hr	0,17	10,00	1,70
2	Preparado de suelo (labranza primaria motocultor)	hr	0,17	30,00	5,10
3	Desterronado (manual)	hr	0,67	10,00	6,70
4	Abonado (humus)	hr	0,25	10,00	2,50
5	Nivelado (manual)	hr	0,33	10,00	3,30
Riego apertura de cabezales					5,10
1	Tendido de cintas de goteo	hr	0,17	10,00	1,70
2	Mantenimiento de cintas de goteo	hr	0,17	10,00	1,70
3	Aplicación riego por goteo	hr	0,17	10,00	1,70
Siembra					5,00
1	Siembra	hr	0,5	10,00	5,00
Labores culturales					13,10
1	Riego (cada 1 días/20 minutos)	hr	0,06	10,00	0,60
2	Raleo	hr	0,33	10,00	3,30
4	Aporque	hr	0,42	10,00	4,20
5	Deshierbe	hr	0,5	10,00	5,00
Cosecha					9,20
1	Recolección de plantas	hr	0,42	10,00	4,20
2	Traslado a espacio de post cosecha	hr	0,5	10,00	5,00
Post cosecha					13,40
1	Selección	hr	0,33	10,00	3,30
2	Limpieza y lavado	hr	0,5	10,00	5,00
3	Embolsado	hr	0,25	10,00	2,50
4	Acomodo en canastas (cajas)	hr	0,13	10,00	1,30
5	Entrega y envió	hr	0,13	10,00	1,30
Comercialización mercado de abasto					1,70
1	Transporte (carpa solar - mercado)	hr	0,08	10,00	0,80
2	Acomodo punto de venta	hr	0,03	10,00	0,30
3	Entrega a detallistas y consumidores	hr	0,03	10,00	0,30
4	Recojo y cargado de cajas	hr	0,03	10,00	0,30
5	Cobranzas	hr	0,03	10,00	0,30
Total costo directo					96,67
1	Agua de riego (sistema de mantenimientos)	m ³	0,16	2,00	0,32
2	Herramientas menores	glb	0,5	10,00	5,00
3	Alquiler (mes) carpa solar 1000m ²	glb	0,0075	500,00	3,75
Total costos indirectos					9,07
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN (C.D.+C.I.)					105,74

Anexo 13. Costos de producción de tratamiento T6 (V. Rondo Coll. Viola - 0,500 kg de humus de lombriz)

	Concepto	Unidad	Cantidad	Cost/Unit Bs.	Costo Total Bs.
Insumos					41,70
1	Semilla de variedad Rondo Coll. Viola	oz	0,05	10,00	0,50
2	Bolsas de celofán para embolsado (100 unid)	pqt	0,30	20,00	6,00
3	Turba	saco	0,66	15,00	9,90
4	Humus de lombriz	kg	3,375	7,00	23,63
5	Transporte de insumos	glb	0,167	10,00	1,67
Preparación de suelos					19,30
1	Limpieza de la parcela	hr	0,17	10,00	1,70
2	Preparado de suelo (labranza primaria motocultor)	hr	0,17	30,00	5,10
3	Desterronado (manual)	hr	0,67	10,00	6,70
4	Abonado (humus)	hr	0,25	10,00	2,50
5	Nivelado (manual)	hr	0,33	10,00	3,30
Riego apertura de cabezales					5,10
1	Tendido de cintas de goteo	hr	0,17	10,00	1,70
2	Mantenimiento de cintas de goteo	hr	0,17	10,00	1,70
3	Aplicación riego por goteo	hr	0,17	10,00	1,70
Siembra					5,00
1	Siembra	hr	0,5	10,00	5,00
Labores culturales					13,10
1	Riego (cada 1 días/20 minutos)	hr	0,06	10,00	0,60
2	Raleo	hr	0,33	10,00	3,30
4	Aporque	hr	0,42	10,00	4,20
5	Deshierbe	hr	0,5	10,00	5,00
Cosecha					9,20
1	Recolección de plantas	hr	0,42	10,00	4,20
2	Traslado a espacio de post cosecha	hr	0,5	10,00	5,00
Post cosecha					13,40
1	Selección	hr	0,33	10,00	3,30
1	Limpieza y lavado	hr	0,5	10,00	5,00
2	Embolsado	hr	0,25	10,00	2,50
3	Acomodo en canastas (cajas)	hr	0,13	10,00	1,30
4	Entrega y envió	hr	0,13	10,00	1,30
Comercialización mercado de abasto					1,70
1	Transporte (carpa solar - mercado)	hr	0,08	10,00	0,80
2	Acomodo punto de venta	hr	0,03	10,00	0,30
3	Entrega a detallistas y consumidores	hr	0,03	10,00	0,30
4	Recojo y cargado de cajas	hr	0,03	10,00	0,30
5	Cobranzas	hr	0,03	10,00	0,30
Total costo directo					108,50
1	Agua de riego (sistema de mantenimientos)	m3	0,16	2,00	0,32
2	Herramientas menores	glb	0,5	10,00	5,00
3	Alquiler (mes) carpa solar 1000m ²	glb	0,0075	500,00	3,75
Total costos indirectos					9,07
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN (C.D.+C.I.)					117,57

Anexo 14. Semillas de nabo de las dos variedades



Rondo Coll. Viola



Purple Top White

Anexo 15. Desterronado del suelo con motocultor y nivelado



Anexo 16. Desinfección del suelo en el área experimental



Anexo 17. Tendido de cinta de riego por goteo y delimitación de área de estudio



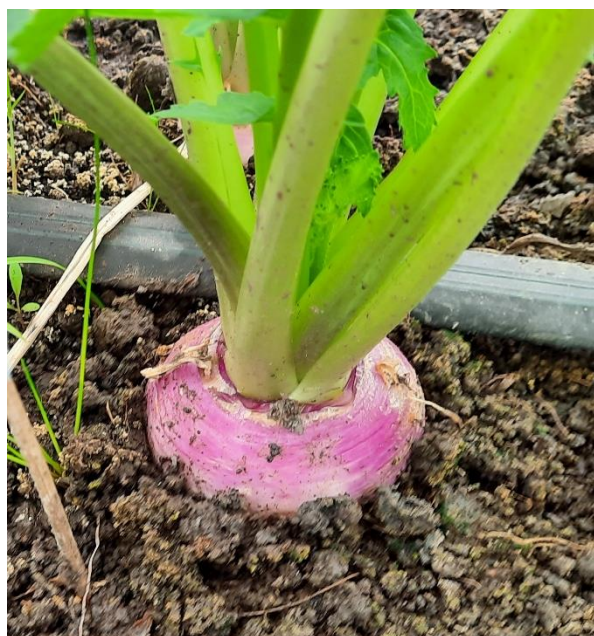
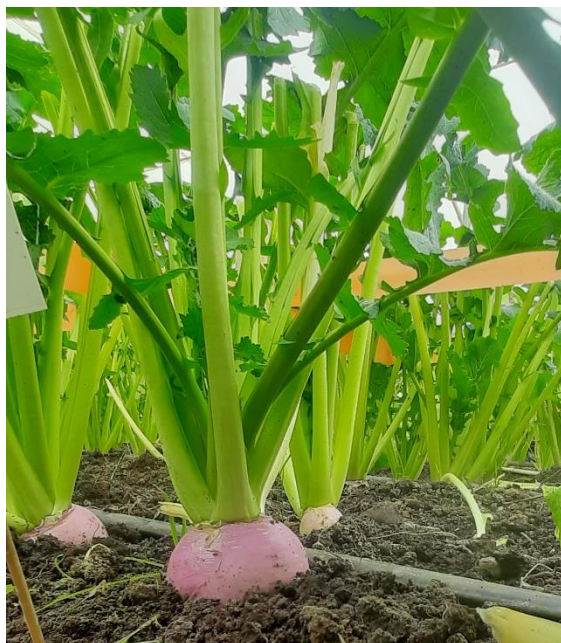
Anexo 18. Incorporación de humus de lombriz y siembra de semilla de dos variedades de nabo en los diferentes tratamientos



Anexo 19. Emergencia del cultivo de nabo en los diferentes tratamientos



Anexo 20. Crecimiento del cultivo a las 4 semanas y 5 semanas de las dos variedades**Anexo 21. Crecimiento de las hojas a las 9 semanas de las dos variedades de nabo**

Anexo 22. Hinchazón de raíz a la cobertura foliar completa**Anexo 23. Maduración de la raíz para la cosecha de las dos variedades de nabo**

Anexo 24. Cosecha del cultivo de nabo en canastas para el lavado y toma de datos



Anexo 25. Lavado de la raíz de nabo en tachos grandes



Anexo 26. Corte de las hojas y peso de la raíz del cultivo de nabo



Anexo 27. Toma de datos del cultivo de nabo después de la cosecha



Anexo 28. Peso de la raíz de nabo y peso de la raíz de nabo por bolsa**Anexo 29. Equipo de trabajo al momento de la cosecha del cultivo de nabo**