

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS:**

**Densidad de plantas y fórmulas de abonamiento orgánico -  
mineral en el rendimiento de betarraga (*Beta vulgaris* L.)  
Canaán, 2750 msnm - Ayacucho 2022**

Para optar el título profesional de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR:

**Bach. Alex LUYO ASECIO**

ASESOR:

**Mtro. Walter Augusto MATEU MATEO**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2025**

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	2
ÍNDICE DE TABLAS .....	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
ÍNDICE DE ANEXOS.....	5
INTRODUCCIÓN .....	5
CAPÍTULO I.....	11
1. MARCO TEÓRICO .....	11
CAPÍTULO II .....	28
2. METODOLOGÍA.....	28
CAPÍTULO III .....	41
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	41
3.1. Análisis de variables de respuesta .....	41
3.1.1. Altura de la planta .....	41
3.1.2. Número de hojas .....	43
3.1.3. Diámetro de raíz.....	45
3.1.4. Longitud de la raíz .....	47
3.1.5. Rendimiento de raíces .....	50
3.1.6. Correlación de las variables .....	53
CONCLUSIONES .....	55
RECOMENDACIONES .....	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
ANEXOS .....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 3.1.</b> Análisis de varianza de altura promedio de la planta de betarraga, Canaán, 2750 msnm. ....	41
<b>Tabla 3.2.</b> Análisis de varianza de número de hojas promedio de la planta de betarraga, Canaán, 2750 msnm. ....	43
<b>Tabla 3.3.</b> Análisis de varianza de diámetro de raíz promedio de betarraga, Canaán, 2750 msnm. ....	45
<b>Tabla 3.4.</b> Análisis de varianza de longitud de raíz promedio de betarraga, Canaán, 2750 msnm. ....	47
<b>Tabla 3.5.</b> <i>Análisis de varianza de longitud de raíz promedio de betarraga, Canaán, 2750 msnm</i> .....	50
<b>Tabla 3.6.</b> Número de atados por cada tratamiento .....	53
<b>Tabla 3.7.</b> Correlación de las 5 variables evaluadas en el cultivo de betarraga .....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 3.1.</b> Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales de densidad y fertilización en la altura promedio de la planta de betarraga.....	42
<b>Figura 3.2.</b> Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales de densidad y fertilización en número de hojas promedio de la planta de betarraga. ....	44
<b>Figura 3.3.</b> Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales de densidad y fertilización en diámetro de raíz promedio de betarraga. ....	46
<b>Figura 3.4.</b> Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales de densidad y fertilización en longitud de raíz promedio de betarraga. ....	49
<b>Figura 3.5.</b> Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales de densidad y fertilización en rendimiento de raíz promedio de betarraga. ....	51

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Datos ordenados para el procesamiento estadístico de los variables .....	72
--	----

## DEDICATORIA

- *A Dios, por darme fortaleza e inspiración en todos mis proyectos, y así culminar mi carrera en esta etapa de mi vida*
- *A mi querida madre por ser una mujer guerrera y valiente.*
- *A mi familia, hermanos, sobrinos, amigos quienes estuvieron en el camino de mi vida*
- *A mi querida esposa e hijo que es el motor para seguir adelante, ser paciente conmigo en todo momento,*

## **AGRADECIMIENTO**

- A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por las enseñanzas impartidas en mi formación académica y por haberme brindado todas las facilidades para la consecución de mis objetivos trazados.
- A la Escuela Profesional de Agronomía en cuyas aulas adquirí los conocimientos para formarme profesionalmente.
- Al Mtro. Walter A. Mateu Mateo, asesor, por el apoyo, tiempo y paciencia en el desarrollo del trabajo de investigación.
- A los miembros del Jurado, Ing. Eduardo Robles García, Mg. Alejandro Camasca Vargas, M Sc. Fortunato Alvares Aquisé por sus aportes en la realización de este trabajo de investigación.
- A los trabajadores del Centro Experimental Canaán por su apoyo en las labores de campo durante la conducción del presente trabajo de investigación.

## RESUMEN

La investigación se condujo en el Centro Experimental de Canaán de la Facultad de Ciencias Agrarias, ubicado a 2750 msnm, distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga. Ayacucho, con el objetivo de evaluar la influencia de densidades de plantas (250,000, 152,000 y 125,000 plantas.ha<sup>-1</sup>) y fórmulas de abonamiento orgánico – mineral (0-0-0 NPK + 6 t.ha<sup>-1</sup> gallinaza, 36-35-27 NPK + 4 t.ha<sup>-1</sup> gallinaza, 71-70-53 NPK + 2 t.ha<sup>-1</sup> gallinaza y 107-104-80 NPK + 0 t.ha<sup>-1</sup> gallinaza) en el rendimiento de la betarraga, se utilizó el diseño estadístico experimental Bloques Completos al Azar (DBCA). con arreglo factorial de 4N\*3D, con tres repeticiones y 12 tratamientos. La dimensión de la unidad experimental fue 3.50 m \* 2.40 m. La fase de campo fue del 15 agosto a 25 de noviembre 2021. Se evaluó: altura de planta, diámetro de raíz, longitud de raíz, peso de raíz y rendimiento de raíces. Los resultados mostraron que, la densidad de plantas 250,000 plantas ha<sup>-1</sup> alcanzó el mayor rendimiento de beterraga con 41,867.0 kg ha<sup>-1</sup>, con la densidad 125,000 plantas ha<sup>-1</sup> se encontró 8.21 cm en diámetro y 6.68 cm en longitud de raíz. Mayor tamaño de raíces se obtuvo con menor densidad de plantas, pero los rendimientos más altos se obtuvieron con mayor densidad de plantas. La fórmula de abonamiento orgánico-mineral 71-70-53 NPK + 2 t ha<sup>-1</sup> gallinaza reportó rendimiento de 38,215.33 kg ha<sup>-1</sup> que no fue diferente del nivel 107-104-80 NPK +0 t ha<sup>-1</sup> gallinaza y 36-35-27 NPK + 4 t ha<sup>-1</sup> gallinaza que reportó 36,637.64 kg ha<sup>-1</sup> y 33,474,97 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente; el nivel 107-104-80 NPK + 0 t ha<sup>-1</sup> gallinaza, presentó raíces con 8.19 cm de diámetro y 6.84 cm de longitud.

**Palabras clave:** *Beta vulgaris* L., densidad de plantas, abonamiento orgánico-mineral

## INTRODUCCIÓN

La betarraga es una hortaliza de importancia económica al nivel mundial debido a sus valores alimenticios y medicinales. Tanto este cultivo tiene como varios fines de aprovechamiento medicinal para el ser humano, tanto para el animal que también sirve como para forraje, su bulbo enraizado contiene una enzima betanina que es un antioxidante que previene el cáncer, resistente a bajas temperaturas, ricas en azúcares, fibras, vitamina y proteína cruda (Flores, 2014)

La betarraga es una hortaliza de raíz comprende tres tipos: azucarera, forrajera y mesa. En Latinoamérica y entre ellos el Perú se produce la betarraga de mesa, alcanzando para 1994 las 752 hectáreas en nuestro país concentrando su producción en la Sierra Sur (Arequipa), Costa Central (Lima) y Sierra Norte (Cajamarca) (Corbella, 2004).

El problema es que la mayoría de las áreas agrícola de departamento de Ayacucho, los suelos son pobres en materia orgánica y de baja fertilidad, las mismas que se traducen en bajos rendimientos, tanto en cantidad como en calidad alimenticia. El contenido de nutrientes y materia orgánica disponibles en el suelo son cada vez más reducidos, debido a la extracción de los cultivos y la erosión; reportando bajos rendimientos en la producción, para restablecer dichos nutrientes es necesario adicionar macro elementos y micro elementos al suelo como fertilizantes, cuando se trata de mejorar la parte física del suelo se añade materia orgánica entre ellos la gallinaza (Mallki).

En la mayoría de las áreas agrícolas del departamento de Ayacucho, los suelos son pobres en materia orgánica y de baja fertilidad, las mismas que se traducen en bajos rendimientos, tanto en cantidad como en calidad alimenticia. El contenido de nutrientes y materia orgánica disponibles en el suelo son cada vez más reducidos, debido a la extracción de los cultivos y la erosión; reportando bajos rendimientos en la producción, para restablecer dichos nutrientes es necesario adicionar macro elementos y micro elementos al suelo como fertilizantes, una forma de adicionar nutrientes al suelo y mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas es agregando abonos orgánicos como la gallinaza (Mallki).

Otro factor importante que redundará en el rendimiento del cultivo de lechuga es la densidad de plantas que incide directamente en el rendimiento y calidad de la betarraga, por ello resulta también importante estudiar la densidad de plantas.

Por todo lo mencionado resulta de suma importancia generar información para los agricultores en el uso adecuado de abonos orgánicos y densidad adecuada en el cultivo de betarraga

### **General**

Evaluar la influencia de la densidad de plantas y fórmulas de abonamiento orgánico-mineral en el rendimiento de la betarraga (*Beta vulgaris* L.) Canaán, 2750 msnm – Ayacucho.

### **Específicos**

- Determinar la influencia de tres densidades de plantas en el rendimiento de la betarraga (*Beta vulgaris* L.) Canaán, 2750 msnm – Ayacucho.
- Determinar la influencia de cuatro fórmulas de abonamiento orgánico-mineral en el rendimiento de la betarraga (*Beta vulgaris* L.) Canaán, 2750 msnm – Ayacucho.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 ANTECEDENTES

Manga (2022) evaluó densidad de siembra y fuentes de abono orgánico en dos variedades de betarraga y reportó que:

el abonamiento con guano de isla mostró mayor rendimiento promedio con 30.83 t/ha de raíces y 237.95 g de raíz por planta. La densidad de siembra 166,667 plantas/ha (0.40 m x 0.15 m) mostró el mayor rendimiento para peso de raíces por hectárea con un promedio de 32.62 t/ha y la densidad de siembra 100,000 plantas/ha (0.40 m x 0.15 m) para peso de raíces por planta con 238.44 g de promedio. Asimismo, la fuente de abonamiento guano de isla presenta mayor número de hojas por planta con 12.81 hojas, y es estadísticamente similar a la fuente de abonamiento humus de lombriz para número de hojas por planta al 99% de confianza. El diámetro y la longitud de raíz de la betarraga no son afectados por la densidad de siembra ni por la variedad, al no existir diferencias estadísticas entre los niveles evaluados. La fuente de abonamiento guano de isla muestra el mejor resultado para diámetro de raíz con un promedio de 7.60 cm, mientras que para longitud de raíz no hay diferencia significativa entre las fuentes de abonamiento orgánico (p. vi).

Rodríguez (2022) en el Ecuador cuando evaluó tres densidades: 0.25, 0.30 y 0.30 m entre plantas y 0.25 m entre hileras, con tres abonos orgánicos líquidos (ovino, bovino, testigo) encontró que: “el tratamiento estiércol de bovino con 0.35 m tiene un rendimiento mayor de 130.56 t ha<sup>-1</sup> MV en comparación al tratamiento testigo con 0.25 m la cual obtuvo un rendimiento menor de 67.20 t ha<sup>-1</sup> MV. La investigación presenta hallazgos importantes para la producción de remolacha forrajera y destaca la importancia de la densidad de siembra y la aplicación de abonos orgánicos para optimizar el rendimiento”.

Hoyos (2023) evaluó el efecto de la aplicación de guano de isla y humus de lombriz en el rendimiento del cultivo de betarraga (*Beta vulgaris* L.) var. Early Wonder y encontró que, “el tratamiento aplicado con 4 t ha<sup>-1</sup> de guano de isla resultó superior respecto al resto, el cual presentó un rendimiento de 41,562 kg ha<sup>-1</sup>. Así mismo, mediante un análisis económico se determinó que el mayor índice de rentabilidad presentó los tratamientos aplicados con 2 ha<sup>-1</sup> y 4 t ha<sup>-1</sup> de guano de isla con valores de 164.73% y 164.68 % respectivamente”.

Huanca y Blanco (2019) estudiaron el efecto de abonos orgánicos en el rendimiento de betarraga en Patacamaya (Bolivia) encontraron que:

Para la altura de la planta, el factor climatológico fue muy importante ya que las temperaturas fueron muy bajas, por lo tanto, se observó que no hubo significancia, pero el tratamiento con mayor altura fue el compost (T4) con 14,35 cm de altura y el menor fue el humus de lombriz (T3) con 9,87 cm. Para el diámetro de la raíz obtuvieron valores muy similares en experimentación y con la combinación de los abonamientos aplicados, el compost (T4) con 4,41, alcanzó el mayor diámetro a diferencia del humus (T3) con 4,14, el cual mostrándose así del desarrollo de la raíz. En cuanto al peso de la raíz al aplicar los abonos orgánicos se comportaron de la misma manera, pero el compost mostro su mayor peso 66,65 gr, seguida del Bocashi con 63,36 gr, el menor peso de la raíz la obtuvo el humus de lombriz con 55,30 gr. En cuanto a la longitud de la raíz obtuvieron valores muy similares, y con respecto a los abonamientos aplicados tuvieron comportamientos diferentes, ya que con la aplicación del compost obtuvieron mayor diámetro de raíz con 13,96 cm., seguida del Bocashi con 13,88 cm. y testigo con 13,61 cm., y la que menor longitud obtuvo fue el tratamiento de humus de lombriz con 13,19cm. Para el comportamiento respecto al rendimiento mostraron diferencias significativas entre los abonos orgánicos aplicados al experimento. Sin embargo, el análisis estadístico nos mostró que el cultivo de beterraga en combinación con el compost se comporta mejor que los abonos de humus de lombriz y Bocashi, ya que con este abono

orgánico el cultivo de beterraga obtuvo el mayor valor en cuanto a rendimiento se refiere (p. 7).

Quispe (2023) estudió el efecto de dosis de macro-micronutrientes y abonos orgánicos en el cultivo de beterraga y reporta que, “no existe diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos (humus de lombriz, compost y solución nutritiva) y el testigo (suelo agrícola) para peso de raíces por hectárea, peso de raíces por planta y peso de residuos de cosecha por planta, altura de planta, longitud y diámetro de raíz y número de hojas por planta” (p. 7)

Pérez (2006) estudió el efecto de la densidad de siembra de un cultivar de *Beta vulgaris* L. Subsp. Esculenta. Var. Early Wonder Tall Top (Betarraga) en las características agronómicas y el rendimiento del cultivo en Iquitos y encontró que,

el peso de la raíz/planta en kg, resultaron estadísticamente heterogéneos para la mayoría de los tratamientos evaluados, el tratamiento T5 presentó 0.254 kg/planta, ligeramente superior frente a los demás tratamientos, específicamente, el tratamiento T1 que alcanzó 0.174 kg/planta, ocupando el último lugar. El peso de la raíz/parcela, resultó estadísticamente heterogéneo para los tratamientos evaluados, ocupó el primer lugar el tratamiento T1 con 11.99 kg/parcela, debido al mayor número de plantas presentes y a la menor densidad empleada en la misma. El mejor rendimiento obtenido fue el tratamiento T1 con 28.77 t/ha, sin embargo, el tratamiento T4 con 18.82 t/ha es de mayor preferencia en el mercado en función a características cualitativas como tamaño, forma, color y textura, características apropiadas de una raíz comercial. (p. 54)

Espejo (2022) estudió el efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en remolacha forrajera en Otuzco-La libertad y encontró que,

rendimientos de 367 t ha<sup>-1</sup> con una dosis óptima de 121.36 kg N ha<sup>-1</sup> y una densidad de 300 mil plantas por hectárea; con una densidad de 230 mil plantas por hectárea se encontró una dosis óptima de 174 kg N ha<sup>-1</sup> y un rendimiento máximo de 247.75 t ha<sup>-1</sup>.

Paz (2022) estudió el efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en remolacha forrajera en fundo vaquería, para lo cual,

instaló un experimento con tres densidades de siembra: 100 mil plantas por ha, 150 mil plantas por ha y 200 mil plantas por ha con tres dosis nitrogenadas 20 kg N ha<sup>-1</sup>, 120 kg N ha<sup>-1</sup> y 220 kg N ha<sup>-1</sup> y encontró que la remolacha azucarera produjo rendimientos entre 21.69 y 68.41 t. ha<sup>-1</sup> y obtuvo óptimas características de calidad como Sacarosa (de 14.2 a 17.7%), Brix (de 15.8 a 20.4 Grados), Pureza (de 83.78 a 87.12%) para producción de azúcar o alcohol; y además altos rendimientos de hojas más coronas (entre 5.77 y 41.93 t ha<sup>-1</sup>) las cuales se usan para alimento del ganado. Realizado el análisis estadístico entre densidades y dosis nitrogenada, se encontró que la densidad óptima es de 180 mil plantas por ha, con una dosis óptima de 220 kg N ha<sup>-1</sup>.

Huamán (2021) estudio niveles de potasio: 0, 60, 120 y 180 kg. ha<sup>-1</sup> y niveles de guano de islas: 1 y 2 t. ha<sup>-1</sup>, bajo condiciones de Canaán, Ayacucho. Los resultados mostraron que,

los niveles de potasio tuvieron un efecto cuadrático en altura de planta, la mayor altura se alcanzó con 145.5 kg. ha<sup>-1</sup> de potasio; los niveles de potasio no influyeron en el número de hojas por planta; en longitud y diámetro de raíz, los niveles de potasio tuvieron un efecto lineal; en rendimiento de raíces, los niveles de potasio tuvieron efecto cuadrático; el nivel 151.19 kg. ha<sup>-1</sup> de potasio alcanzó el máximo rendimiento de raíces de betarraga (27,100 kg. ha<sup>-1</sup>) y la interacción de efecto principal siendo el nivel 150.77 kg. ha<sup>-1</sup> de potasio con 1tn de guano de isla la que alcanzó el máximo rendimiento de raíces de betarraga (27,400 kg. ha<sup>-1</sup>). Los niveles de guano de islas de 2 t. ha<sup>-1</sup> reportó: mayor altura de planta (38.70 cm), mayor número de hojas (14.69 hojas), mayor longitud de raíz (5.77 cm) y mayor diámetro de raíz (6.56 cm); sin embargo, no influyó en el rendimiento de raíces de betarraga.

Montenegro (2023) en su trabajo Evaluación de bioestimulantes orgánicos mineralizados con harina de roca y silicio aplicados en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*) en el Centro Experimental San Francisco en Ecuador, menciona que,

Los tratamientos evaluados fueron T1 (Biol al 5%), T2 (Biol al 10%), T3 (Biol al 15%), T4 (Biol 5% + 60 gr Harina de roca), T5 (Biol 10% + 60 gr Harina de roca), T6 (Biol 15% + 60 gr Harina de roca), T7 (Biol 5% + 50 gr Silicio), T8 (Biol 10% + 50 gr Silicio), T9 (Biol 15% + 50 gr Silicio) Y T10 (Testigo químico foliar gold 9-2427+ME) y concluye que el mejor tratamiento fue el T9 (Biol a 150 ml/L % + silicio 50 gr) presentó los mejores valores con respecto altura de planta, número de hojas, ancho de hoja, diámetro de raíz y el peso de raíz. En cuanto al rendimiento el T9 (Biol a 15 % + silicio) fue el mejor tratamiento ya que presentó los valores altos. Finalmente, el análisis del costo/beneficio mostró que el mejor tratamiento en alcanzar un buen ingreso financiero fue el T7 (Biol 5% + Silicio 50 gr) que tuvo una rentabilidad de USD 2.69, es decir, que por cada dólar invertido obtuvo USD 1.69 de ganancia, por otra parte, el T3 (Biol al 15%) fue el tratamiento donde existió un beneficio bajo ya que por cada dólar invertido tuvo una ganancia de USD 0.84, debido a que el costo con este tratamiento fue excesiva y el rendimiento no fue un valor favorable para alcanzar una ganancia.

## **1.2 DE LA BETERRAGA**

### **2.4.1. Origen**

La remolacha (*Beta vulgaris* L.) originaria del Norte de África, es un vegetal cultivado en casi todo el mundo para el consumo en fresco como ensalada, por su contenido de azúcares, minerales o beta caroteno, sustancias de suma importancia para la vitalidad del organismo humano en general. El consumo de la variedad de mesa está muy implantado en países de la franja templada del planeta, especialmente en Europa, con Francia e Italia como principales productores. (Casierra y Pinto, 2011)

La remolacha es particularmente rica en folato, se ha encontrado que el ácido folato y ácido fólico previenen defectos de nacimiento del tubo neural (nervioso) y ayudan contra enfermedades cardíacas y anemia. Las remolachas también tienen alto contenido de fibra, soluble e insoluble, la fibra insoluble ayuda a mantener su tracto intestinal trabajando bien, mientras que la soluble mantiene sus niveles de azúcar en la sangre y colesterol controlados. (Orozco, 2016, p. 22)

#### 2.4.2. Taxonomía

**Tabla 2.1.** Taxonomía de la betarraga (Wikipedia, 2023)

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Orden:</b>	Caryophyllales
<b>Familia:</b>	Amaranthaceae
<b>Género:</b>	Beta
<b>Nombre Científico:</b>	<i>Beta vulgaris.L</i>

#### 2.4.3 Morfología de la betarraga

Según Álvarez y Veliz (2015) las características morfológicas de la betarraga son:

**Raíz:** la raíz comercial es de forma redondeada, globosa alargada, cónica o cilíndrica dependiendo de las características típicas de cada cultivar, es realmente un engrosamiento de la parte baja del tallo y de la parte superior de la raíz principal. Como se puede apreciar en la figura 1 la coloración de la raíz está formada por anillos concéntricos de tejido xilemático secundario (de color más claro) y floemático (de color más oscuro).

**Las hojas:** La lámina es ovalada y de color verde intenso a morado, según el cultivar. El peciolo es largo, de color rojo, púrpura o amarillento.

**Floración** El tallo es ramificado y sostiene las inflorescencias, el periodo de crecimiento vegetativo es muy corto (1 a 3 cm de alto). Aparecen formando un penacho o roseta sobre el tallo. Las flores aparecen en las ramificaciones del tallo floral. (p.34).

**Las semillas:** Según Besnier (1964), la semilla de la remolacha de mesa es un glomérulo que contiene varios gérmenes, por lo que de cada glomérulo nacen varias plantitas, lo que hace necesario su aclareo. (p. 6). Espinoza (2013) señala que la semilla comercial, botánicamente es un fruto, 1600 semillas pesan aproximadamente 30 gramos. (p. 20)

#### **2.4.4. Fases del cultivo**

Maroto (2005) menciona que, “en el desarrollo de la remolacha azucarera generalmente se aprecian tres fases: período juvenil, período de adolescencia y período de maduración y de reproducción sexual, lo que suele ocurrir el segundo año de cultivo”.

**Periodo juvenil:** en la primera etapa denominada fase apical, se caracteriza por un intenso desarrollo vegetativo.

**Periodo de adolescencia:** en esta etapa que disminuye progresivamente el crecimiento vegetativo y aumenta la concentración de azúcar y la cantidad de materia seca en la raíz principal. como respuesta a las bajas temperaturas del otoño, se produce además un amarillamiento de las hojas y se reduce la relación entre la parte aérea y las raíces.

**Periodo de maduración:** Raíz: es pivotante, casi totalmente enterrada, de piel-amarillo verdosa y rugosa al tacto, constituyendo la parte más importante del órgano acumulador de reservas.

**De floración:** Las flores están situadas en las axilas de las brácteas. La semilla comercial, botánicamente, es un fruto. En 30 g de semilla hay aproximadamente 1600 plantas. (Maroto, 2005).

Jorge (2006) expresa que, “la remolacha es una planta bimensual, es decir, que en el primer mes se forma la parte comestible y en el segundo ocurre la emisión de tallos florales y la consiguiente formación de frutos y semillas. El tallo es corto durante el primer mes y

forma la corona de la planta; de ésta nacen numerosas hojas anchas, que tienden a tener una coloración violácea cuando la planta está próxima a madurar”.

#### **2.4.5. Variedades de la betarraga**

Según el INFOAGRO (2012), “existen variedades desde característica de la raíz y de forma hasta tipos que lo tienen muy suelto, pasando por las formas intermedias. Teniendo en cuenta el ciclo de formación del fruto desde siembra a madurez, se dividen también las variedades en tempranas, de media estación y tardías. Las variedades tempranas se siembran a finales de junio, en clima continental y se recolectan durante los meses de octubre, noviembre y diciembre. Las de media estación se siembran en la misma fecha y se recolectan en enero y febrero y las variedades tardías se cosecharán durante los meses de marzo, abril y mayo”.

- ✓ **Crosby Egiptian:** de diámetro de 6.8 cm de forma achatada con rendimiento 29 t/ha.
- ✓ **Detroit Dark Red Morse’s Strain:** de forma ovalada y globular de diámetro de fruto de 5.8 cm con rendimiento 33 t /ha.
- ✓ **Early Wonder Tall Top:** de forma achatada con un diámetro de fruto de 7 cm con rendimiento 32 t/ha
- ✓ **Half long blood:** de forma alargada

#### **2.4.6. Requerimientos edafo climáticos**

Japón (1985) menciona que,

para la betarraga el clima apropiado es el fresco, que las temperaturas durante la fase de crecimiento oscilen entre 15 y 22°C; es tolerante a climas a temperaturas bajas 4 y 10 °C. Las plantas suelen helarse con temperaturas cercanas a 0° C, cuando su duración es de pocas horas del día. Como todas las plantas de raíz

hortícolas prefiere suelos con tendencia a la neutralidad, estando el óptimo de pH entre 6,5 y 7. Requiere suelos de textura media. Soporta mal la salinidad excesiva del suelo y del agua de riego. En el caso de variedades tempranas pueden emplearse suelos ligeros y son más adecuados los fuertes para las variedades tardías. Es conveniente que el suelo esté en un estado perfecto de humedad de tempero.

#### **2.4.7. Manejo agronómico del cultivo**

##### **2.4.7.1. El almácigo**

Es la práctica específica en donde se realiza la germinación de semillas y el desarrollo de plántulas de hortalizas de importancia económica y comercial, para su posterior trasplante. Debe realizarse en un sitio que reúna condiciones adecuadas, buscando control de clima, un sustrato limpio y en general, bajo una serie de normas de manejo que garanticen el mayor número posible de plántulas de alta calidad, de forma que la plantación pueda establecerse efectivamente. Producir las plántulas en invernaderos, empleando bandejas y sustratos diferentes al suelo, es una práctica generalizada para la mayoría de hortalizas. (PRONAP, 2011, p. 2)

“La siembra se realiza en almácigos o directo introduciendo 2 a 3 semillas por golpe, los que se hacen en suelos mullidos enriquecidos con materia orgánica, para luego trasplantar las plántulas de 3 a 4 hojas verdaderas. El periodo de crecimiento en almácigo es de 38 – 45 días” (Rodríguez, 2007)

##### **2.4.7.2. Campo definitivo**

“Esta etapa tiene una duración de 60 a 80 días, contadas desde el momento del trasplante hasta el término de la cosecha” (Agroeconómico, 1991).

“El abonamiento nitrogenado deberá fraccionarse en dos partes: la primera mitad abonando localizada mente entre plantas, a los 18 días después del trasplante, y la segunda 30 días” (Castillo, 2004).

Casas (1992) señala que,

la betarraga, por ser una hortaliza de raíz relativamente precoz, requiere de ser fertilizada lo antes posible, recomendando aplicar una dosis de 170-80-200 de NPK con la mitad del nitrógeno al trasplante y la otra 25 a 30 días después. Indica además que no es recomendable aplicar más allá de esta edad ya que se corre el riesgo de que la planta no aproveche los nutrientes o por el contrario retrasa la formación de la raíz.

Toledo (2003) recomienda abonar con 80-120 kg de N/ha, 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 60 kg de K<sub>2</sub>O en suelos pobres, mientras que para suelos de fertilidad media y en rotación con otros cultivos intensamente fertilizados, basta con aplicar 80-120 kg de N/ha.

Manga (2022) recomienda abonar betarraga con 150-50-275 kg de NPK.

Se recomiendan riegos deben ser uniformes y ligeros evitando los golpes de agua en intervalos de 8 a 10 días temperaturas no mayores a 20 °C, especialmente durante la tercera semana antes de la cosecha que es el momento en el que los fruto(raíz) están más sensibles al estrés por calor (Castillo, 1994).

Zumarraga (2008) determina que,

el cultivo de la betarraga requiere un riego inmediatamente luego del trasplante, de forma básica. Posteriormente, el suelo debe mantenerse en capacidad de campo hasta que empieza la madurez. Unos 10 días antes de la cosecha es cuando se debe suspender los riegos. El exceso de riego resulta en una reducción de la producción. Los requerimientos hídricos de la betarraga son de 650-700 mm de agua por cosecha.

Las principales plagas que atacan la betarraga en la sierra central peruana son el perforador de hojas (*Diabrotica spp*), gusano de tierra (*Agrotis spp*) (Toledo, 2003).

La enfermedad más común es la chupadera (*Rizotocnia solani*) (Delgado de la Flor et al., citado por Guerra, 1997) que afecta principalmente a nivel de almácigo. La mayoría de los híbridos comerciales se han desarrollado con resistencia a esta enfermedad.

La cosecha se inicia entre los 60 a 80 días del trasplante. La cosecha se efectúa en forma manual las hojas y la raíz alcanzan el tamaño 8cm y 35 cm respectivamente. La frecuencia de la cosecha está determinada por el clima y el cultivar, durando un total de 1 a 2 semanas (Toledo citado por Mendoza, 2004).

INFOAGRO citado por Andrade (2016), señala que la betarraga de buena calidad debe tener las raíces de color rojizo morado brillante, compacto (firme a la presión de la mano) de tamaño de 8 a 10 cm de diámetro con un peso 100 a 300 gramos.

#### **2.4.7.3. Manejo postcosecha**

“Luego de cosechadas las raíces comerciales deben recibir un tratamiento térmico que permita enfriarlas inmediatamente en campo. El tiempo de conservación de la calidad del producto depende de la velocidad del enfriado” (Forney et al., citado por Collantes, 1994).

Los siguientes deterioros se producen como consecuencia de un mal manejo postcosecha: amarillamiento de las hojas, ablandamiento de los tejidos de la raíz, mal olor y sabor, debido a niveles inadecuados de CO<sub>2</sub> y de O<sub>2</sub> bajo atmósfera controlada y la aparición y diseminación de ciertas enfermedades como las manchas bacteriales y pudrición bacterial blanda. La selección de las raíces comerciales se hace eliminando todas aquellas sobre maduras, que han empezado a abrirse (rajaduras de la raíz); Las hojas laterales se agrupan y amarran en atados y así se vender (Agroeconómico, 1991).

#### **2.4.8. Densidad de plantas en la betarraga**

En términos generales, se utilizan entre 250,000 y 300,000 plantas/ha, aunque en determinadas épocas de siembra y cultivares, las poblaciones pueden aumentar (Maroto citado por Fuentes, 2018; Maroto citado por Collantes, 1994).

#### **2.4.9 Frecuencia de riego**

Los riegos deben ser uniformes y ligeros evitando los golpes de agua y a un intervalo de 8 a 10 días, totalizando de 8 a 10 riegos por campaña.

##### **2.4.9.1 Extracciones del cultivo de la betarraga**

Según AGROES (s.f.):

**Extracciones de Nitrógeno:** para producción de 22.4 t/ha de la betarraga por producción comercializada kg/t por superficie kg/ha y en residuos de cosecha kg/ha es 170-180 | 09-10 | 150-170, respectivamente.

**Extracciones de Fósforo:** para producción de 30 t/ha de betarraga por producción comercializada kg/t, por superficie kg/ha y en residuos de cosecha kg/ha es 100-120 | 35-40 | 150-170, respectivamente.

**Extracciones de Potasa:** para producción de 22 t/ha por producción comercializada kg/t por superficie kg/ha y en residuos de cosecha kg/ha es 22-27 | 370-450 | 250-290, respectivamente.

##### **2.4.9.2 Dosis aproximadas de abonado para cultivo de la betarraga**

AGROES (s.f.) menciona que las necesidades aproximadas de Nitrógeno, Fósforo y Potasa en kg/ha, en cultivo de betarraga al aire libre, para una producción de entre 22-40 t/ha es: 100-120 | 70-110 | 150-170. En el caso del riego localizado, los valores indicados para el N deben reducirse un 15% si se considera la misma producción.

##### **2.4.9.3 Nutrientes esenciales para la planta**

Los nutrientes primarios, como son: nitrógeno, fósforo, potasio; por ser los primeros en ser deficientes en el suelo, debido a que las plantas usan cantidades relativamente altas de estos nutrientes.

**Nitrógeno:** El nitrógeno es esencial para el crecimiento de la planta. Forma parte de cada célula viviente. Las plantas requieren de grandes cantidades de N para crecer normalmente (Instituto de la Potasa y Fósforo, 1997). Este elemento para ser absorbido por la mayoría de las plantas (excepto leguminosas), debe estar en forma diferente que la del N elemental, las formas más comúnmente asimiladas por las plantas son los iones de nitrato ( $\text{NO}_3$ ) y amonio ( $\text{NH}_4$ ). La urea ( $\text{NH}_2\text{CONH}_2$ ) puede ser absorbido por las plantas (Tisciale, 1985).

**Fósforo:** El fósforo es otro elemento nutritivo mayor, sin embargo, en la mayoría de las plantas, se encuentra en menores cantidades que el nitrógeno y el potasio. Se considera generalmente que las plantas absorben la mayoría de ese fósforo en forma de ión orto fosfato primario  $\text{H}_2\text{PO}_4$  y pequeñas cantidades de ión orto fosfato secundario  $\text{HPO}_4$  que también son absorbidos.

A medida que las plantas maduran, la mayor parte del fósforo se mueve a las semillas o al fruto. Además, indica también que el fósforo desempeña un papel importante en: fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía, división y crecimiento celular y otros procesos que se llevan a cabo en la planta, Promueve la rápida formación y crecimiento de las raíces.

**Potasio:** El potasio es un nutriente esencial de la planta. Es uno de los tres nutrientes principales junto con el nitrógeno (N) y el fósforo (P). Los cultivos contienen aproximadamente la misma cantidad de K y N, pero más K que P. en muchos cultivos de alto rendimiento, el contenido de K excede al contenido de N. El potasio es vital para la fotosíntesis, cuando existe deficiencia de este elemento, la fotosíntesis se reduce y la respiración de la planta se incrementa, cuando existen deficiencias de potasio, reducen la acumulación de carbohidratos, con consecuencias adversas en el crecimiento y producción de la planta. (Instituto de la Potasa y el Fósforo, 1997).

#### **2.4.10. Antecedentes de fertilización orgánica-mineral y densidades en betarraga**

“El manipuleo de la densidad de población es quizás el método más efectivo de controlar tanto los rendimientos como la calidad de la betarraga” (Westcott citado por Fuentes, 2018 y Callan, citado por Collantes, 1994).

“La densidad de plantación en la betarraga, depende, como en la mayoría de los cultivos hortícolas, de factores propios al cultivar y de factores de manejo” (Maroto citado por Fuentes, 2018; Cutcliffe, citado por Collantes, 1994).

“Es posible elevar los rendimientos totales con una mayor población de plantas, pero el tamaño de la raíz comercial se verá reducido” (Cutcliffe citado por Fuentes, 2018; Collantes, 1994). Para moderar este efecto, “se recomienda elevar la fertilización en nitrogenada y potásica. Sin embargo, esta práctica puede aumentar el costo de producción e infertilidad del suelo a futuro” (Molestina citado por Fuentes, 2018; Guerra, 1997).

Besson citado por Maroto (1983) señala que, “la densidad de plantación modifica la forma de la raíz reduciendo, el diámetro, siendo estas, más pequeña en los contornos y más achatada conforme la densidad aumenta. La raíz ideal tiene forma redonda achatada”.

#### **1.3 Abono orgánico gallinaza (Mallki)**

Los abonos orgánicos se han utilizado desde hace mucho tiempo con la intención de aumentar la fertilidad de los suelos, además de mejorar sus características en beneficio del adecuado desarrollo de los cultivos. Hoy en día su uso es de gran importancia, pues han demostrado ser efectivos en el incremento de rendimientos y mejora de la calidad de los productos. Gran número de investigaciones comprueban que la materia orgánica es un componente del suelo de gran importancia para el buen desarrollo de los cultivos. (INTAGRI, 2016)

Los ingredientes del Mallki son residuos sólidos de la crianza de aves, restos vegetales y arcilla agrícola.

Dentro de las propiedades se señalan:

- Alta capacidad de retención de agua
- Producto estandarizado, procesado y libre de impurezas.
- No contiene organismos patógenos
- Mejora la absorción de los fertilizantes y nutrientes del suelo
- Contiene organismos benéficos que mejoran la fertilidad de los suelos.

Propiedades Físicas:

- Aspecto                      textura de polvo fino
- Color                         café oscuro
- Olor                            característico

Propiedades químicas

- Humedad                    20-25 %
- Materia orgánica        40-45 %
- pH                             7-0 -8.0
- C.E. (Ds/m)                17 – 22
- Retención de H°         100 %

Tabla 1.1.

Composición química del Mallki

<b>Macronutrientes</b>		<b>Porcentaje</b>
Nitrógeno	N	1.0-2.0
Fosforo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.2-3.0
Potasio	K <sub>2</sub> O	2.5-3.0
Calcio	CaO	2.4-3.5
Magnesio	MgO	1.0-1.7
Azufre	S	0.3-0.5
<b>Micronutrientes</b>		<b>ppm</b>
Manganeso	Mn	500-800
Boro	B	40-60
Zinc	Zn	400-500
Cobre	Cu	70-100

---

Hierro	Fe	2000-2500
--------	----	-----------

---

Se recomienda para todo tipo de cultivo, y se puede usar en agricultura convencional y orgánica.



## SISTEMA INTEGRADO

CÓDIGO : TICAL001

VERSIÓN : 1

### FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO: MALLKI MEJORADOR DE SUELOS

**Elaborado por:**  
Pablo Montoya Tapia  
Asesor Técnico Mallki  
I & D N. N.

03/11/2017

**Revisado por:**  
Mario Chujandama Torres  
Jefe de Planta de Abonos I & D.N.N.

03/11/2017

**Aprobado por:**  
Christian Villavicencio  
Gerente de I & D N.N.

03/11/2017

#### 1. DESCRIPCIÓN

**Mallki** es un abono mejorador de suelos 100% natural, producido a partir de la degradación controlada de residuos sólidos de crianza de aves, restos vegetales y otros componentes orgánicos. Es un producto libre de impurezas que ayuda a incrementar la retención de agua, aporta microorganismos benéficos al suelo, e incrementa la capacidad de intercambio catiónico. Resalta la riqueza de microelementos indispensables en los procesos fisiológicos del cultivo y el aporte de extractos húmicos característicos de una Materia Orgánica de alto estándar.

#### 2. INGREDIENTES/ COMPOSICIÓN

**Ingredientes:** residuos orgánicos animales y vegetales seleccionados

**Composición :**

Macro Nutriente		
Nitrógeno	(N)	1.2 – 2.5 %
Fósforo	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1.0 – 2.0 %
Potasio	(K <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	2.1 - 3.5 %
Calcio	(CaO)	3.0 - 3.5 %
Magnesio	(MgO)	0.8 - 1.2 %

Micro Nutriente		
Manganeso	(Mn)	500 - 650 ppm
Boro	(B)	70 - 100 ppm
Zinc	(Zn)	400 - 600 ppm
Cobre	(Cu)	65 - 90 ppm
Hierro	(Fe)	3500 - 8500 ppm

Metales pesados por debajo de los límites máximos exigidos en la NTC 2880.

#### 3. ESPECIFICACIONES FÍSICAS

Apariencia : Gránulos finos de 0.3 – 0.6 mm  
Color : Marrón Oscuro  
Olor : Característico a materia orgánica

#### 4. ESPECIFICACIONES QUÍMICAS

pH en agua : 7.7 - 8.9  
Humedad : 18 - 21  
Conductividad eléctrica : 9.0 - 12.5 dS/m  
Relación C/N : 11 - 15  
Materia Orgánica : 25% - 45%

EXTRACTOS HÚMICOS		
Acidos Fúlvicos	(%)	2.0 – 10.0
Acidos Humicos	(%)	2.0 – 8.0

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1. Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, perteneciente al distrito de Andrés Avelino Cáceres, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. El lugar donde se instaló el experimento pertenece a la zona de vida bosque seco montano bajo sub tropical (bs-T). La ubicación geográfica se detalla a continuación:

Latitud Sur : 13° 08'' 05''

Longitud Oeste : 74° 32'' 00''

Altitud : 2750 msnm

#### Figura 2.1

Ubicación geográfica de la parcela experimental



## 2.2. Antecedentes del campo experimental

El terreno donde se realizó el presente trabajo experimental, en la campaña 2018 – 2019, estuvo ocupado por cultivo de col.

## 2.3. Características físicas y químicas del suelo

Para la caracterización físico-química del suelo del terreno donde se realizó el experimento, se realizó el muestreo de suelos recogiendo 4 muestras de 1 kg, los cuales se mezclaron y homogenizaron; de esta mezcla, se separó 1 kg de suelo que se envió para su respectivo análisis al Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. El resultado reporta que el suelo presenta clase textural Franco arcilloso, pH de 7.65 (moderadamente alcalina), conductividad eléctrica de 1.808 dS/m (muy ligeramente salino) y Carbonatos, bajo. La materia orgánica, 1.83% es baja, y el nitrógeno total 0.09 también es limitado.

El reporte del análisis indica: fósforo disponible, 25.8 ppm, contenido óptimo; contenido de potasio, 169.7 ppm, medio. La CIC de 17.6 Cmol<sup>(+)</sup>/kg es un valor medio.

En conclusión, el suelo del terreno elegido, es apropiado para el cultivo de betarraga.

**Tabla 2.1**

*Resultados del Análisis del suelo de Canaán, 2750 msnm.*

Componentes	Nivel	Interpretación
Nitrógeno Total	0.09%	Bajo
Materia Orgánica	1.83%	Bajo
P - Disponible	25.8 ppm	Medio
K - Disponible	169.7 ppm	Alto
pH	7.65	Ligeramente alcalino
Arena	44.90%	
Limo	18.30%	
Arcilla	36.80%	Franco arcilloso
Clase Textural	Franco arcilloso	

## 2.4. Características del abono gallinaza (Mallki)

**Tabla 2.2**

*Resultados del análisis de gallinaza (Mallki).*

Componente	Contenido
Humedad (%)	18-21
pH	7.7-8.9
C.E. (1:1) mS/cm	9-12.5
M.O. total (%)	25-45
N-total (%)	1.2-2.5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	1-2
K <sub>2</sub> O (%)	2.1-3.5
CaO (%)	3-3.5
MgO (%)	0.8-1.2
Zn (ppm)	400-600

Fuente: laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería

Los resultados del análisis de gallinaza (Mallki), catalogan este abono mejorador de suelo, contiene los macroelementos en cantidad baja.

## 2.5 Características climatológicas

La ciudad de Ayacucho tiene un clima templado, con cambios bruscos de temperatura entre el día y la noche. La Humedad relativa fluctúa entre 50 a 60%, con precipitación total de 400 mm a 700 mm y promedio anual de 550 mm. El cultivo de beterraga se desarrolló en campo entre los meses de octubre y noviembre. Las condiciones climatológicas que se presentaron en el campo de cultivo fueron, temperaturas máximas de 25.45 a 27.66 °C, la temperatura mínima de 8 a 10.85 °C y la temperatura media de 16.7 a 19.2 °C. La precipitación fluctúa entre 0.9 mm en octubre a 29.70 mm en noviembre. Los meses de cultivo de la beterraga (agosto -noviembre) coincide con los meses de menor precipitación y por lo tanto presentan déficit de humedad, por lo que el cultivo tuvo que complementarse con agua de riego por goteo.

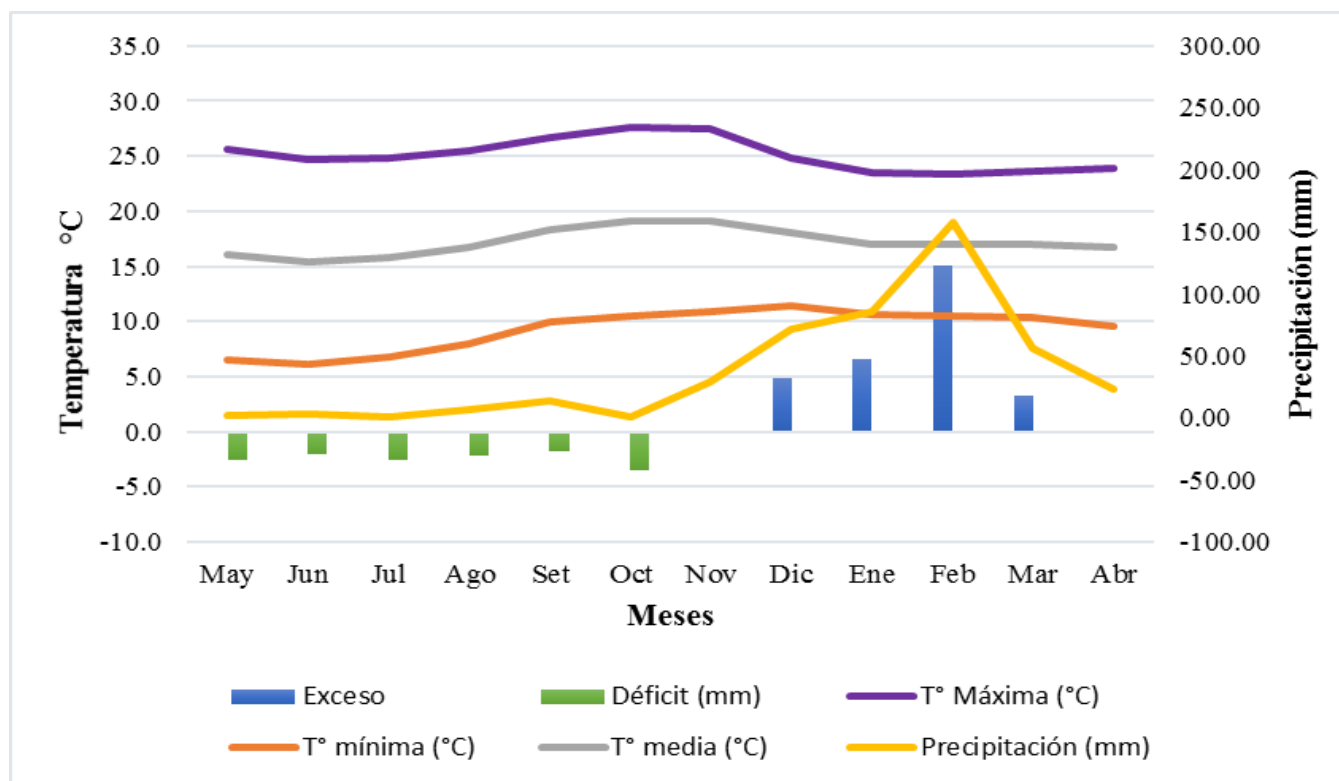
**Tabla 2.4***Datos meteorológicos ordenados de la estación meteorológica del INIA – Canaán 2750 msnm***Distrito** : Ayacucho**Altitud** : 2735 msnm**Provincia** : Huamanga**Latitud** : 13° 10' 00.06" S**Departamento** : Ayacucho**Longitud** : 74° 12' 22.92" W

AÑO	2022						2023						TOTAL	PROM.
	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB		
T° Máxima	23.21	24.80	25.65	24.63	24.83	25.45	26.53	27.66	27.46	24.81	24.06	22.29		<b>25.11</b>
T° Mínima	10.45	8.19	6.50	6.11	6.74	8.01	9.93	10.49	10.85	11.37	10.86	11.16		<b>9.22</b>
T° Media	16.83	16.50	16.07	15.37	15.79	16.73	18.23	19.07	19.16	18.09	17.46	16.73		<b>17.17</b>
Factor	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.48		
ETP (mm)	83.47	79.18	79.71	73.77	78.30	82.98	87.50	94.60	91.95	89.71	86.62	74.94	<b>1002.75</b>	
Precipitación (mm)	120.50	37.20	1.70	3.80	1.10	7.40	13.30	0.90	29.70	73.00	121.80	159.20	<b>569.60</b>	
ETP Ajust. (mm)	47.42	44.98	45.28	41.90	44.48	47.13	49.71	53.74	52.23	50.96	49.21	42.57		
H del suelo (mm)	73.08	-7.78	-43.58	-38.10	-43.38	-39.73	-36.41	-52.84	-22.53	22.04	72.59	116.63		
Exceso (mm)	73.08									22.04	72.59	116.63		
Déficit (mm)		-7.78	-43.58	-38.10	-43.38	-39.73	-36.41	-52.84	-22.53					

Fuente: Estación meteorológica Canaán

**Figura 2.2**

*Temperatura máxima, mínima y balance hídrico, correspondiente a la campaña agrícola 2022 – 2023, Canaán 2750 msnm*



Fuente: Estación experimental Canaán.

### 3.1. VARIABLES E INDICADORES

#### 3.1.1. Variables independientes e indicadores

##### a) Fertilización orgánico-mineral (F)

$$f_1 = 0-0-0 \text{ NPK} + 6 \text{ t ha}^{-1} \text{ mallki (120-180-180 NPK)}$$

$$f_2 = 36-35-27 \text{ NPK} + 4 \text{ t ha}^{-1} \text{ mallki (116-155-147 NPK)}$$

$$f_3 = 71-70-53 \text{ NPK} + 2 \text{ t ha}^{-1} \text{ mallki (111-130-113 NPK)}$$

$$f_4 = 107-104-80 \text{ NPK} + 0 \text{ t ha}^{-1} \text{ mallki (107-104-80 NPK)}$$

La fórmula de abonamiento que se consideró para calcular el nivel de abonamiento orgánico mineral fue 80-120 kg de N/ha, 60 kg de  $P_2O_5$  y 60 kg de  $K_2O$  (Toledo, 2003).

##### b) Densidad de plantas (D)

$$d_1 = 250,000 \text{ plantas ha}^{-1} \text{ (0.50 m entre surcos y 0.10 m entre plantas)}$$

$$d_2 = 152,500 \text{ plantas ha}^{-1} \text{ (0.50 m entre surcos y 0.15 m entre plantas)}$$

$$d_3 = 125,000 \text{ plantas ha}^{-1} \text{ (0.50 m entre surcos y 0.20 m entre plantas)}$$

#### 3.1.2. Variables dependientes e indicadores

Al momento de la cosecha, en cada parcela, se evaluó una muestra de 10 plantas, evitando las plantas del inicio y cabecera para evitar el efecto de borde.

##### a) Altura de planta

En cada parcela se midieron en 10 plantas, con una cinta calibrada, la altura desde el cuello de la planta (corona) hasta el ápice de la hoja más larga. La evaluación se realizó un día antes de la cosecha de las plantas.

##### b) Número de hojas por planta

En las mismas 10 plantas competitivas, se contaron el número de hojas por planta.

#### 2.9.2. Variables de productividad

##### a) Diámetro de raíz

Utilizando un vernier se midió el diámetro de la raíz en la parte ecuatorial en cm, de las mismas 10 plantas, al inicio de la cosecha.

**b) Longitud de raíz reservante**

Utilizando el vernier se midió en cm la distancia entre el cuello de la planta (corona) y la base de la raíz donde termina el engrosamiento, al momento de iniciar la cosecha. Se tomaron para la evaluación las mismas 10 plantas al azar elegidas por cada parcela.

**c) Peso de la raíz reservante**

Luego de cosechar las plantas de betarraga con madurez comercial, se tomó una muestra al azar de 10 plantas en las que se separaron las hojas a la altura del cuello (corona) y luego se pesaron en una balanza calibrada, y luego se obtuvo el promedio correspondiente.

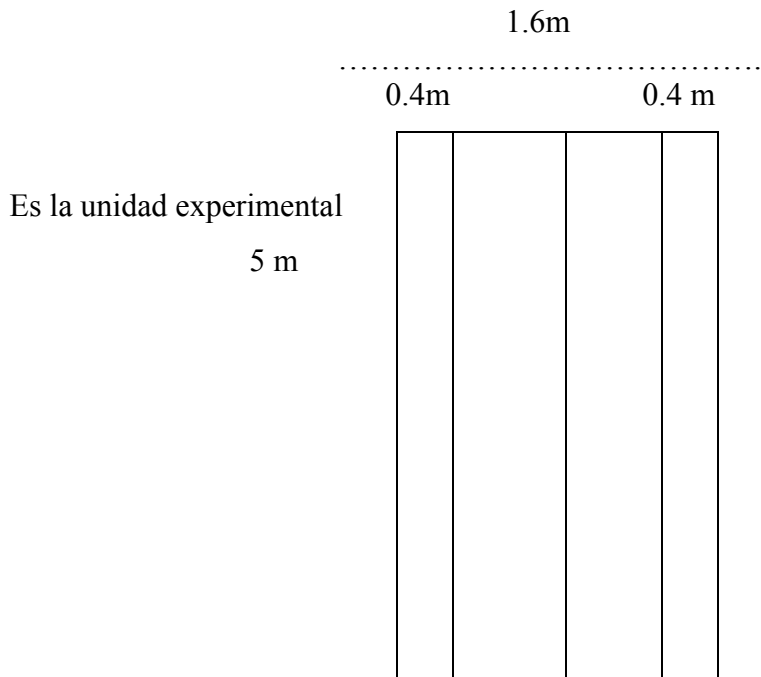
**d) Rendimiento de raíces reservantes (kg. ha<sup>-1</sup>)**

Luego verificar en el campo que más del 80 % de plantas de betarraga se encontraba en estado de madurez comercial (raíces con más de 8 cm de diámetro ecuatorial) se procedió a extraer las plantas maduras de cada parcela, dejando los extremos para evitar el efecto de borde. A continuación, luego de cortar las hojas se procedió de pesar las raíces en una balanza digital calibrada de 30 kg, las mismas que se extrapolaron a una hectárea para expresar el rendimiento en kg. ha<sup>-1</sup>.

### **3.2. MÉTODO PROCEDIMENTAL**

El experimento se realizó en el C. E. de Canaán de la FCA en cultivo de la betarraga donde se probó la influencia de tres densidades de plantas (D) y cuatro niveles de fertilización orgánico-mineral (F). El tipo de investigación fue experimental, nivel aplicado y método inductivo. Para la distribución de las unidades experimentales en el campo se utilizó el diseño estadístico de Bloque Completo Randomizado con arreglo factorial de 4F\*3D, 12 tratamientos, con 3 repeticiones. Las medidas de la unidad experimental tuvieron una dimensión de 5.0 m\* 1.60 m, con un área de 8 m<sup>2</sup> con 4 surcos. El distanciamiento entre surcos será de 0.40 m y entre plantas fue de 0.10 m –

0.15 m. y 0.20m.



El análisis estadístico consistió en el Análisis de la Variancia, prueba de Contraste de Tukey (0.05) y correlación de las variables de productividad estudiados.

El modelo aditivo lineal para el análisis estadístico es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \delta_j + \alpha_k + (\delta_j \alpha_k) + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  : Variable de respuesta del i-ésimo nivel de a, j-ésimo nivel de b, en el k-ésimo bloque

$\mu$  : Media general

$\beta_i$  : Efecto del i-ésimo bloque

$\delta_j$  : Efecto de la j-ésima fertilización orgánico-mineral

$\alpha_k$  : Efecto de k-ésima densidad de plantas

$(\delta_j \alpha_k)$  : Efecto de la interacción de fertilización orgánico-mineral x densidad de plantas

$\epsilon_{ijk}$  : Error

### 3.2.1. Cultivo indicador: Betarraga variedad Early Wonder

La Betarraga de variedad Early Wonder es una especie de clima templado, este tipo de betarraga prefiere suelos ricos en materia orgánica, profundos, livianos y bien drenados, para que las raíces crezcan y no se deforme. La betarraga es ligeramente tolerante a la acidez del suelo aconsejando un pH más próximo a la neutralidad con facilidades comúnmente conocido tiene una apariencia similar a la de un árbol frondoso con un tono de color verde oscuro y un tallo grueso y duro. Cuenta con un tamaño aproximadamente de la raíz 6,5 cm y pesa alrededor de 120 a 300 gramos, este tipo de betarraga es 100% comestible. Esta betarraga de mesa roja es una hortaliza de raíz de la cual se aprovecha la raíz, tiene un valor energético de las raíces es alrededor de 34 calorías por 100 gramos, el contenido de azúcar de 5.6% y es apreciable en fibras y minerales. (<https://mrbroko.com/tipos-de-betarraga-en-la-variedad-esta-el-gusto/>).

### 3.2.2. Tratamientos

Código	Descripción
T <sub>1</sub>	f <sub>1</sub> (0-0-0 NPK + 6 t ha <sup>-1</sup> mallki) * d <sub>1</sub> (250,000) plantas. ha <sup>-1</sup> )
T <sub>2</sub>	f <sub>2</sub> (36-35-27 NPK+ 4 t ha <sup>-1</sup> mallki ) * d <sub>1</sub> (250,000) plantas. ha <sup>-1</sup> )
T <sub>3</sub>	f <sub>3</sub> (71-70-53 NPK+ 2 t ha <sup>-1</sup> mallki ) * d <sub>1</sub> (250,000) plantas. ha <sup>-1</sup> )
T <sub>4</sub>	f <sub>4</sub> (107-104-80 NPK + 0 t ha <sup>-1</sup> mallki ) * d <sub>1</sub> (250,000) plantas. ha <sup>-1</sup> )
T <sub>5</sub>	f <sub>1</sub> (0-0-0 NPK + 6 t ha <sup>-1</sup> mallki ) * d <sub>2</sub> (152,500) plantas. ha <sup>-1</sup> )
T <sub>6</sub>	f <sub>2</sub> (36-35-27 NPK + 4 t ha <sup>-1</sup> mallki ) * d <sub>2</sub> (152,500) plantas. ha <sup>-1</sup> )
T <sub>7</sub>	f <sub>3</sub> (71-70-53 NPK + 2 t ha <sup>-1</sup> mallki ) * d <sub>2</sub> (152,500) plantas. ha <sup>-1</sup> )
T <sub>8</sub>	f <sub>4</sub> (107-104-80 NPK + 0 t ha <sup>-1</sup> mallki ) * d <sub>2</sub> (152,500) plantas. ha <sup>-1</sup> )
T <sub>9</sub>	f <sub>1</sub> (0-0-0 NPK + 6 t ha <sup>-1</sup> mallki ) * d <sub>3</sub> (125,000) plantas. ha <sup>-1</sup> )
T <sub>10</sub>	f <sub>2</sub> (36-35-27 NPK+ 4 t ha <sup>-1</sup> mallki ) * d <sub>3</sub> (125,000) plantas. ha <sup>-1</sup> )
T <sub>11</sub>	f <sub>3</sub> (71-70-53 NPK+ 2 t ha <sup>-1</sup> mallki ) * d <sub>3</sub> (125,000) plantas. ha <sup>-1</sup> )
T <sub>12</sub>	f <sub>4</sub> (107-104-80 NPK + 0 t ha <sup>-1</sup> mallki ) * d <sub>3</sub> (125,000) plantas. ha <sup>-1</sup> )

### 3.2.3. Características del campo experimental

#### a) Unidad experimental

- ❖ Ancho = 1.6 m
- ❖ Largo = 5 m
- ❖ Área = 8 m<sup>2</sup>
- ❖ N° de surcos = 4

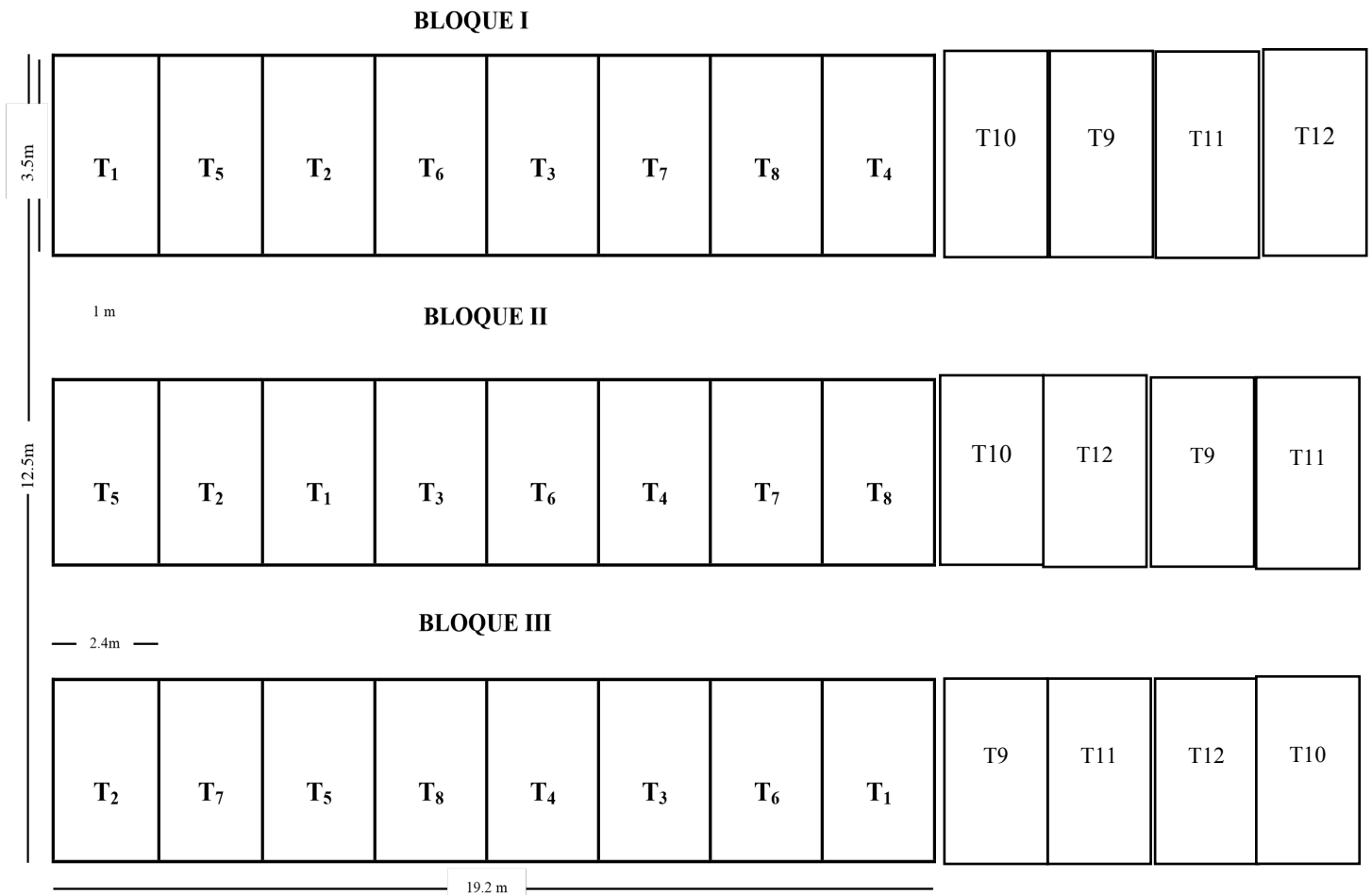
#### b) Bloque

- ❖ N° de bloques = 3
- ❖ Ancho del bloque = 5 m
- ❖ Largo del bloque = 19.2 m
- ❖ Área del bloque = 96 m<sup>2</sup>

#### c) Campo experimental

- ❖ Largo = 19.2 m
- ❖ Ancho = 15m
- ❖ Área = 288m<sup>2</sup>

## Croquis del Experimento



### Instalación y conducción del experimento

#### a) Limpieza y preparación del terreno

La preparación del terreno fue bajo labranza mínima, que consistió en intervenir lo menos posible al suelo, con la finalidad de prevenir la compactación del suelo de Canaán, dejar cierta cantidad de rastrojos sobre la superficie del suelo que establece una barrera que provoca una reducción de la tasa a la que el agua se evapora desde el suelo, ya que la época que condujo el proyecto fue calorosa y ahorrar el combustible. Se realizó una semana antes de la siembra con el fin de controlar malezas utilizando la segadera y azadones a continuación, se realizó la remoción del terreno en la línea del surco, con ayuda de arado manual. La labor de preparación de suelo se realizó el 07 de agosto de 2022.

### **b) Demarcación y estacado del campo experimental**

Para la demarcación del campo experimental se utilizó estacas y yeso, wincha y cordel según el croquis experimental. . Esta labor se realizó el 13 de agosto de 2022.

### **c) Trazado de surcos**

Luego de la demarcación, se realizó la apertura de surcos a un distanciamiento de 80 cm y a una profundidad de 15 cm. El surcado se realizó el 13 de agosto de 2022.

### **d) Abonamiento**

Se aplicó la mezcla fertilizante de arranque, las dosis de NPK y gallinaza (Mallki) en el fondo del surco a chorro continuo, previo al trasplante de los plantines. El nivel de fertilización orgánico mineral se realizó de acuerdo a los tratamientos considerados. El nitrógeno, se aplicó en forma fraccionada, la primera mitad a la siembra y la otra mitad, después del deshierbo. Las fuentes de fertilizantes fueron: urea agrícola, superfosfato de calcio triple y cloruro de potasio. Esta labor se realizó el 14 de agosto de 2022.

#### **Cantidad de NPK por cada tratamiento**

	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)
Mallki	2	3	3
6 t ha	120	180	180
4 t ha	80	120	120
2 t ha	40	60	60
Fertilización orgánico-mineral	N	P	K
f <sub>1</sub> (0-0-0 NPK + 6 t ha <sup>-1</sup> gallinaza)	120	180	180
f <sub>2</sub> (36-35-27 NPK+ 4 t ha <sup>-1</sup> gallinaza)	116	155	147
f <sub>3</sub> (71-70-53 NPK+ 2 t ha <sup>-1</sup> gallinaza) (250,000) plantas. ha <sup>-1</sup> )	111	130	113
f <sub>4</sub> = 107-104-80 NPK + 0 t ha <sup>-1</sup> gallinaza	107	104	80

### **e) Trasplante**

El trasplante de plantines de betarraga de la variedad Early Wonder Tall Top se realizó el día 15 de agosto de 202 con plantines de 3-4 hojas, proveniente de bandejas. Los plantines se colocaron a 15 cm entre plantas, en doble hilera y entre surcos a 80 cm.

**f) Instalación de riego presurizado**

Para garantizar la dotación hídrica a los cultivos, se instalaron mangueras y cintas de riego por goteo para garantizar la dotación de agua durante el periodo vegetativo del cultivo, en función a sus necesidades hídricas.

**g) Control de malezas**

Se ejecutó en forma manual utilizando azadones con el fin de evitar la competencia de las malezas con el cultivo. Se realizó en dos oportunidades: el 7 de setiembre y 22 de setiembre de 2022.

**h) Control de plagas**

Para controlar algunas plagas como Diabrotica, Epitrix y otros que se presentaron en el cultivo, se fumigó las plantas con Ciperklin (30 ml por cada 15 litros de agua), la primera aplicación se realizó a los 30 días después de la siembra y dos meses después de la siembra.

**i) Cosecha**

La primera cosecha de las plantas se realizó a los 85 días después del trasplante (15/11/2022), cuando más del 80 % de plantas se encontraban en madurez comercial (diámetro de raíz de más de 7 cm) y con raíces que sobresalen en la superficie del suelo. Esta labor consistió en extraer las raíces manualmente tomando las plantas por las hojas. La segunda cosecha se realizó el 25 de noviembre de 2022.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Análisis de variables de respuesta

##### 3.1.1 Altura de la planta

**Tabla 3.1.**

*Análisis de varianza de altura promedio de la planta de betarraga correspondiente a densidades y niveles de fertilización orgánico mineral, Canaán, 2750 msnm.*

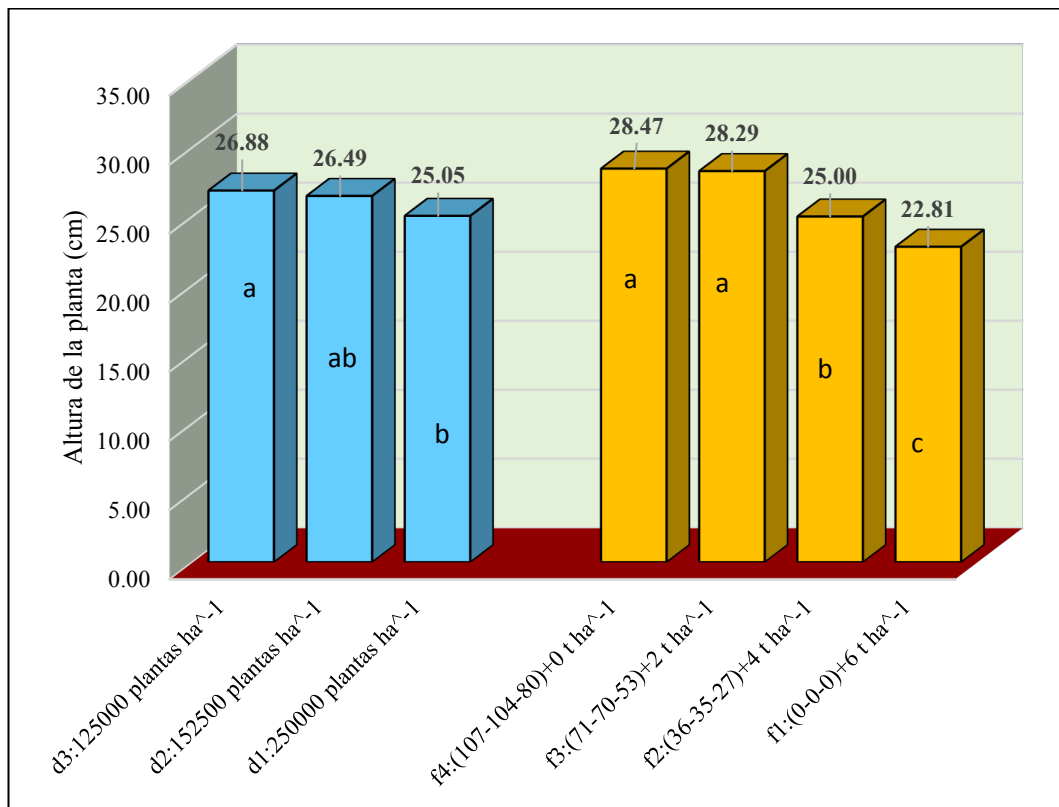
<b>F. variación</b>	<b>G. L</b>	<b>S. C</b>	<b>C. M</b>	<b>Fc</b>	<b>p-valor</b>
Bloques	2	100.36	50.18	19.06	<0.0001 **
Densidad (D)	2	22.37	11.19	4.25	0.0275 *
Fertilización (F)	3	201.71	67.24	25.54	<0.0001 **
Interacción (D*F)	6	39.51	6.59	2.50	0.0535 ns
Error	22	57.92	2.63		
Total	35	421.87			

C. V (%): 6.21

En el análisis de varianza de la Tabla 3.1, los efectos principales de la densidad de plantas y fertilización orgánico – mineral resultaron significativas, excepto la interacción; por lo tanto, deducimos que los factores de estudio influyeron de manera diferenciada en la altura de la planta de betarraga. Este resultado permite el estudio independiente de los factores de estudio mediante comparación de medias. Se encontró coeficiente de variabilidad 6.21 %, lo cual es indicativo de alta precisión y fiabilidad de los resultados.

**Figura 3.1**

*Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales de altura de planta de betarraga en densidades y fertilización orgánico mineral, Canaán, 2750 msnm.*



Densidad de plantas

Fórmulas de fertilización

Según la prueba de Tukey que se muestra en la Figura 3.1, de acuerdo a la densidad de plantas por hectárea, con 125,000 plantas ha<sup>-1</sup> se encontró una altura promedio de 26.88 cm, lo cual se muestra mayor y a la vez similar estadísticamente respecto a la influencia de 152,500 plantas ha<sup>-1</sup>, 26.49 cm. Según el efecto de las fórmulas de fertilización, se encontró una altura promedio de 28.47 cm con 107-104-80 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O + 0 t ha<sup>-1</sup> de abono orgánico; lo cual es similar al efecto de la fórmula 71-70-53 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O + 4 t ha<sup>-1</sup> de abono orgánico, cuyo valor encontrado fue 28.29 cm. De manera general, a medida que se incrementan la densidad de plantas por hectárea, disminuye la altura de la planta; asimismo, sin fórmula de fertilización (0-0-0 NPK + 6 t ha<sup>-1</sup> de abono orgánico) se obtuvo altura inferior y diferenciado, 22.81 cm.

En investigaciones similares, Pacheco y Lizárraga (2022) en la investigación en efecto de densidades de siembra y abono orgánico en el rendimiento de betarraga, donde

reportaron mayor altura de planta en ambas variedades que nuestra investigación, reportaron altura de la planta de 37.93 cm en la variedad Early Wonder a 0.40 x 0.25 m, equivalente a 100,000 plantas ha<sup>-1</sup>, mientras, en la otra variedad de Early Wonder Tall Top, reportaron altura de planta de 37.02 cm con la misma densidad de plantas. Así mismo, Quispe (2021) en su investigación sobre efecto de densidad de siembra en cultivo de remolacha o betarraga (*Beta vulgaris*) reportó altura de la planta 36.65 cm con alta densidad (20 x 40 cm); mientras con densidad más baja (35 x 40 cm) encontró 40.70 cm de altura; dichas alturas son mayores que las logradas en Canaán. La evaluación de esta variable fue realizado a los 85 días después de la siembra.

En la investigación el testigo fue sin fertilización y aplicación de solo abono orgánico; Zapata (2023) en su trabajo de investigación de efectividad de compost a base de dos tipos de estiércol en el rendimiento de *Beta vulgaris* Variedad Fordhook Giant, demostró la influencia positiva compost sobre la altura de la *Beta vulgaris*, donde presentó mayor crecimiento con T1 (Parcelas con compost elaborado con base en Residuos sólidos orgánicos municipales 450 kg + 50 kg de estiércol de cuy) con media de 38.43 cm y el tratamiento con el que menos creció *Beta vulgaris* fue en el testigo con media 22.47 cm.

### 3.1.2 Número de hojas

**Tabla 3.2**

*Análisis de varianza de número de hojas de la planta de betarraga de densidades y niveles de fertilización orgánico mineral, Canaán, 2750 msnm.*

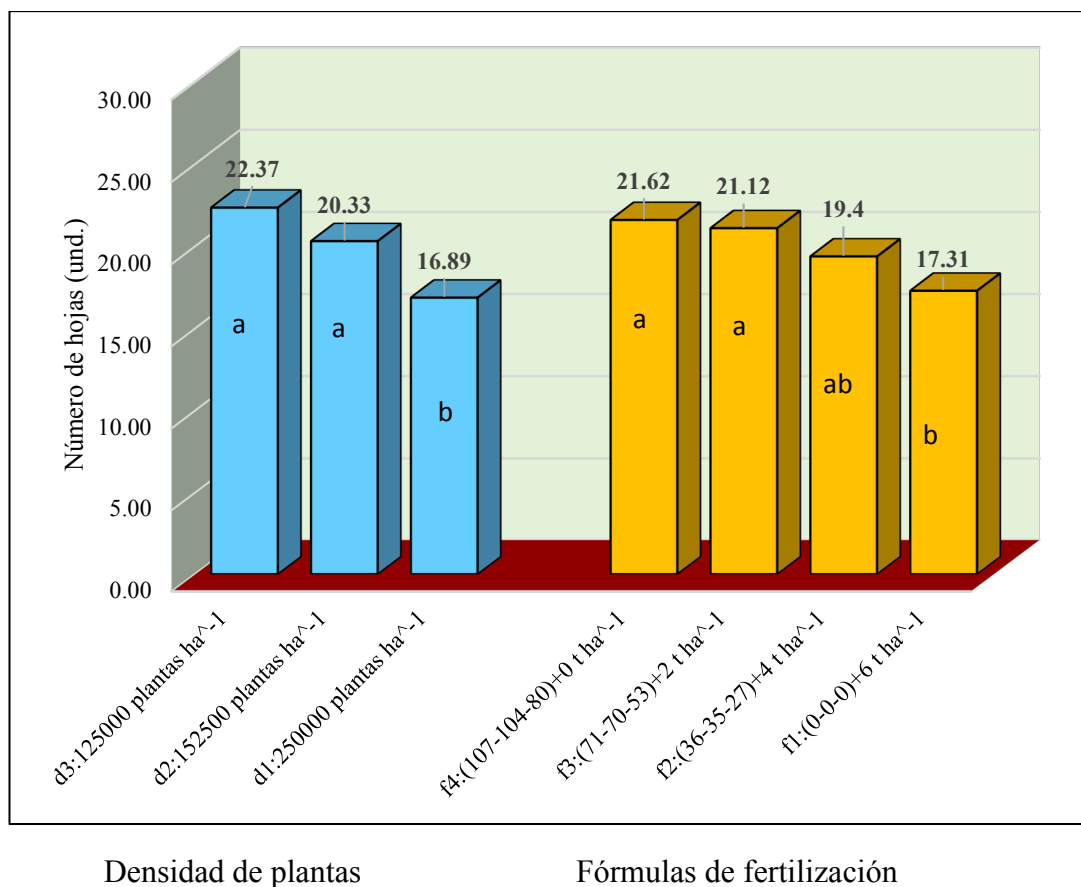
<b>F. variación</b>	<b>G. L</b>	<b>S. C</b>	<b>C. M</b>	<b>Fc</b>	<b>p-valor</b>
Bloques	2	15.34	7.67	1.25	0.3070 ns
Densidad (D)	2	183.82	91.91	14.94	0.0001 **
Fertilización (F)	3	102.66	34.22	5.56	0.0054 **
Interacción (D*F)	6	23.81	3.97	0.65	0.6934 ns
Error	22	135.33	6.15		
Total	35	460.96			

C. V (%): 12.49

En el análisis de varianza de la Tabla 3.2, los efectos principales de la densidad de plantas y fertilización orgánico – mineral resultaron altamente significativas, excepto la interacción (densidad \* fertilización); por lo tanto, inferimos que los factores de estudio influyeron de manera positiva en número de hojas de betarraga. Este resultado permite estudio independiente de los factores de estudio mediante comparación de medias. Se encontró coeficiente de variabilidad 12.49 %, lo cual es indicativo de precisión y fiabilidad de los resultados. En otras investigaciones similares, Pacheco y Lizárraga (2022) no encontraron significancia estadística en un trabajo de investigación del efecto de densidades de siembra y abono orgánico en el rendimiento de betarraga, por lo tanto, tampoco hubo interacción de los factores de estudio. No obstante, al 95% de probabilidad sí se encontró respuesta significativa con la fuente de abono.

**Figura 3.2**

*Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales de numero de hojas de betarraga en densidades y fertilización orgánico mineral, 2750 msnm*



En la Figura 3.2, con la densidad de 125,000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , se encontró promedio de 22.37 unidades de hojas; no obstante, este no difiere del efecto de 152,500 plantas  $\text{ha}^{-1}$  (20.33 unidades). Según el efecto de fórmulas de fertilización, con 107-104-80 de  $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O} + 0 \text{ t ha}^{-1}$  de abono orgánico, se encontró 21.62 unidades de hojas; este tampoco difiere de la influencia de la fórmula 71-70-53 de  $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O} + 4 \text{ t ha}^{-1}$  (21.12 unidades). En conclusión, a medida que se incrementan la densidad de plantas por hectárea, disminuyó el número de hojas de planta; asimismo, sin fórmula de fertilización (0-0-0 + 6  $\text{t ha}^{-1}$  de abono orgánico) se obtuvo resultado más bajo, 17.31 unidades de hojas.

Otras investigaciones reportaron menor número de hojas que las encontradas en la nuestra investigación que fue de 22 a 17 hojas, mientras que Pacheco y Lizárraga (2022) en su trabajo de investigación del efecto de densidades de siembra y abono orgánico en el rendimiento de betarraga reportaron número de hojas por planta de 15.03 unidades en la variedad Early Wonder con una densidad  $0.40 \times 0.25 \text{ m}$ , equivalente a 100,000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ .

Zapata (2023) en su trabajo de investigación utilizando como testigo sin fertilización y aplicación de solo abono orgánico para ver la efectividad de compost a base de dos tipos de estiércol en el rendimiento de *Beta vulgaris* Variedad Ford Hook Giant, demostró que el compost tiene un efecto positivo sobre número de hojas de *Beta vulgaris*. El tratamiento T1 (Parcelas con compost elaborado a base de residuos sólidos orgánicos municipales 450 kg + 50 kg de estiércol de cuy) presentó el mayor crecimiento con un promedio de 11 hojas. Con media ocho hojas, el grupo de control tuvo la menor cantidad de crecimiento de *Beta vulgaris*. Los resultados respaldan la investigación, aunque el número de hojas encontrado por este autor fue menor.

### **3.1.3 Diámetro de raíz**

El diámetro de raíz de betarraga estuvo influenciado positivamente por los factores de estudio, como lo indica el análisis de varianza de la Tabla 3.2, que también mostró que los efectos principales de la densidad de plantas y la fertilización orgánico-mineral fueron altamente significativos, con excepción de la interacción (densidad \* fertilización). Este resultado permite un análisis independiente de los factores de

estudio. Se encontró un coeficiente de variabilidad del 5.69 %, lo que indica alta precisión y confiabilidad de los resultados reportados en este trabajo.

**Tabla 3.3**

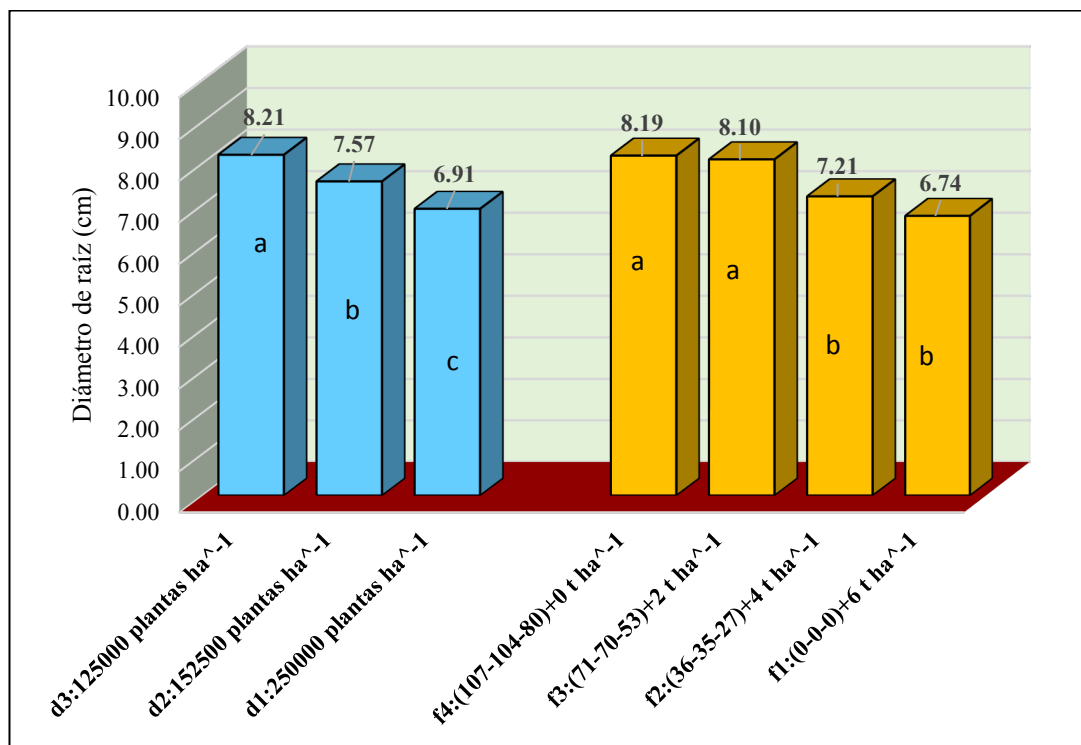
*Análisis de varianza de diámetro de raíz de betarraga en densidades y niveles de fertilización orgánico mineral, Canaán, 2750 msnm.*

F. variación	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloques	2	1.45	0.725	3.91	0.0351 *
Densidad (D)	2	10.14	5.07	27.34	<0.0001 **
Fertilización (F)	3	13.27	4.42	23.85	<0.0001 **
Interacción (D*F)	6	2.29	0.38	2.06	0.0997 ns
Error	22	4.08	0.19		
Total	35	31.23			

C. V (%): 5.69

**Figura 3.3**

*Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales de diámetro de raíz de betarraga en densidades y fertilización orgánico mineral. Canaán, 2750 msnm.*



Densidad de plantas

Fórmulas de fertilización

En la Figura 3.3 (prueba de Tukey), con la densidad más baja (125,000 plantas ha<sup>-1</sup>) se encontró 8.21 cm de diámetro, el cual fue superior estadísticamente respecto al efecto de las demás densidades. Según el efecto de las fórmulas de fertilización, con 107-104-80 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O + 0 t ha<sup>-1</sup> de abono orgánico, se encontró 8.19 cm; no obstante, este no defiere de la influencia de la fórmula 71-70-53 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O + 4 t ha<sup>-1</sup> (8.10 cm). En conclusión, a medida que se incrementaron la densidad de plantas por hectárea, disminuyeron el diámetro de la raíz; asimismo, sin fórmula de fertilización (0-0-0 + 6 t ha<sup>-1</sup> de abono orgánico) se obtuvo diámetro más bajo, 6.74 cm.

En trabajos similares, Vidal (2019) estudió el efecto de las distintas densidades de siembra en el cultivo de betarraga; donde reportaron una longitud o diámetro polar máxima de 8.41 cm con una densidad de siembra 71,428 plantas ha<sup>-1</sup> (0.40 x 0.35 m). En este trabajo encontraron diámetros mayores con densidad más baja y diámetros menores en densidades altas, sin embargo, son medidas similares a los encontrados en nuestra investigación. Quispe (2021) realizó trabajo de investigación del efecto de densidad de siembra en cultivo de remolacha forrajera (*Beta vulgaris*) donde reportó diámetro de raíz máximo de 18.09 cm con una densidad de siembra 35 x 40 cm, equivalente a 71,428 plantas ha<sup>-1</sup>. Mientras, con la densidad más alta (20 x 40 cm), encontró diámetro de 11.03 cm; de estos resultados deducimos que se puede obtener raíces de mayor diámetro con densidad de siembra más baja. Estos resultados superan las medidas encontradas en Canaán. Referente a las fórmulas de fertilización de N-P-K, Sopan (2019) realizó trabajo de investigación en la influencia de nitrógeno, fósforo y potasio en el rendimiento de betarraga; donde reportó diámetro ecuatorial máximo de 8.21 cm con nivel de abonamiento 140-120-160 de NPK, resultado similar a los resultados logrados en Canaán.

#### **3.1.4 Longitud de la raíz**

La longitud de la raíz de betarraga estuvo influenciada positivamente por los factores de estudio (densidad de plantas y fertilización), como lo indica el análisis de varianza de la Tabla 3.4, donde se encontró que los efectos principales de la densidad de plantas y la fertilización orgánico-mineral fueron altamente significativos, con excepción de la interacción (densidad \* fertilización). Este resultado permite un análisis

independiente de los factores de estudio. Se encontró un coeficiente de variabilidad del 7.07 %, lo que indica alta precisión y confiabilidad de los resultados reportados en este trabajo.

**Tabla 3.4**

Análisis de varianza de longitud de raíz de betarraga correspondiente a densidades y niveles de fertilización orgánico mineral, Canaán, 2750 msnm.

<b>F. variación</b>	<b>G. L</b>	<b>S. C</b>	<b>C. M</b>	<b>Fc</b>	<b>p-valor</b>
Bloques	2	0.67	0.335	1.69	0.2060 ns
Densidad (D)	2	6.21	3.11	15.70	0.0001 **
Fertilización (F)	3	10.75	3.58	18.12	<0.0001 **
Interacción (D*F)	6	1.17	0.20	0.99	0.4589 ns
Error	22	4.35	0.20		
Total	35	23.15			

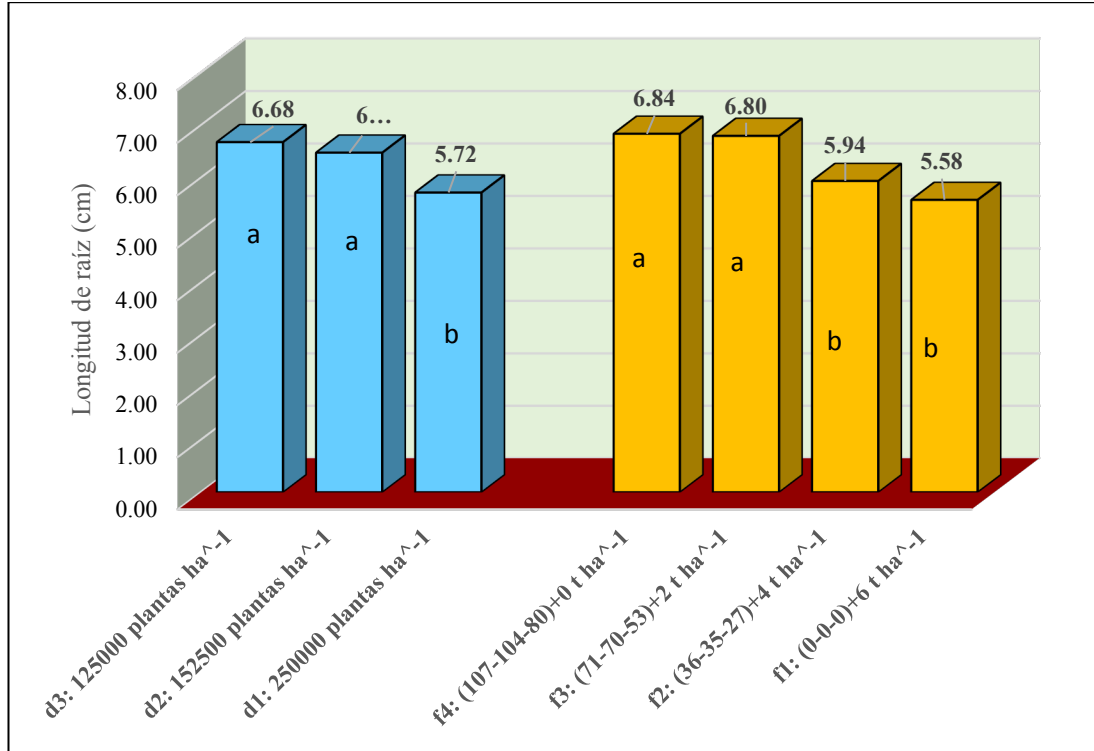
C. V (%): 7.07

En otros trabajos similares, Vidal (2019) no encontró diferencias significativas en los efectos de las densidades de siembra el cultivo de betarraga; donde, las densidades fueron, 71,428, 83,333, 100,000 y 125,000 plantas ha<sup>-1</sup>. Por otra parte, Quispe (2021) realizó trabajo de investigación del efecto de densidad de siembra en cultivo de remolacha o betarraga (*Beta vulgaris*); reportó que entre las densidades en mención no hubo ninguna significancia estadística; las densidades de siembra fueron: 20, 25, 30 y 35 cm entre plantas con 40 cm entre surcos.

En la Figura 3.4 (Prueba de Tukey), con la densidad 125,000 y 152,500 plantas ha<sup>-1</sup> se encontraron longitud de raíz similar estadísticamente, 6.68 y 6.48 cm, respectivamente. Según el efecto de las fórmulas de abonamiento, con 107-104-80 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O + 0 t ha<sup>-1</sup> de abono orgánico, se encontró 6.84 cm; no obstante, este no defiere estadísticamente de la influencia de fórmula 71-70-53 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O + 4 t ha<sup>-1</sup> de abono orgánico (6.80 cm), es decir, entre estos solo observamos diferencias numéricas. Según este análisis, se evidenció que a mayor densidad de plantas las raíces de betarraga tuvieron menor longitud.

**Figura 3.4**

*Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales de longitud de raíz de betarraga en densidades y fertilización orgánico mineral. Canaán, 2750 msnm.*



Densidad de plantas

Fórmulas de fertilización

Las investigaciones que se reportan a continuación, reportan mayores longitudes de raíz o diámetro polar como señala Vidal (2019) que realizó trabajo de investigación del efecto de las distintas densidades de siembra en el cultivo de betarraga; donde reportó una longitud o diámetro polar máxima de 9.09 cm con una densidad de siembra 71,428 plantas ha<sup>-1</sup>, no obstante, este no defirió del resto de los tratamientos. Referente a las fórmulas de fertilización de N-P-K, Sopan (2019) realizó trabajo de investigación en la influencia de nitrógeno, fósforo y potasio en el rendimiento de betarraga donde reportó diámetro polar o longitud de la raíz máxima de 9.20 cm, con nivel de NPK 140-120-160. En este trabajo no se utilizaron ninguna fuente de abonamiento orgánico.

Cuando se utilizó estudio el efecto de abono orgánico en el rendimiento de betarraga (*Beta vulgaris* L.), Apaza y Villacorta (2019) reportaron que las respuestas fueron similares entre los tratamientos (testigo, humus de lombriz, Bocashi y compost), no

obstante, el mayor promedio de longitud de la raíz fueron los tratados con compost, cuyo valor alcanzado fue 13.9 cm, este valor es superior al encontrado en Canaán.

### 3.1.5 Rendimiento de raíces

**Tabla 3.5**

*Análisis de varianza de rendimiento de raíz de betarraga correspondiente a densidades y niveles de fertilización orgánico mineral, Canaán, 2750 msnm*

F. variación	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloques	2	154912093.46	77456046.73	3.38	0.0526 ns
Densidad (D)	2	149358396.71	74679198.36	3.26	0.0577 ns
Fertilización (F)	3	621793067.35	207264355.78	9.04	0.0004 **
Interacción (D*F)	6	54275527.66	9045921.28	0.39	0.8746 ns
Error	22	504470324.58	22930469.30		
Total	35	1484809409.76			

C. V (%): 14.11

En la Tabla 3.5 se muestra análisis de varianza de rendimiento de raíces del cultivo de betarraga, donde se observa a los efectos principales densidad y fertilización no se encontraron significativos; es decir, los factores de estudio influyeron de manera favorable en el rendimiento. En esta variable se encontró 14.11% de coeficiente de variación, lo cual indica precisión y confiabilidad en los resultados.

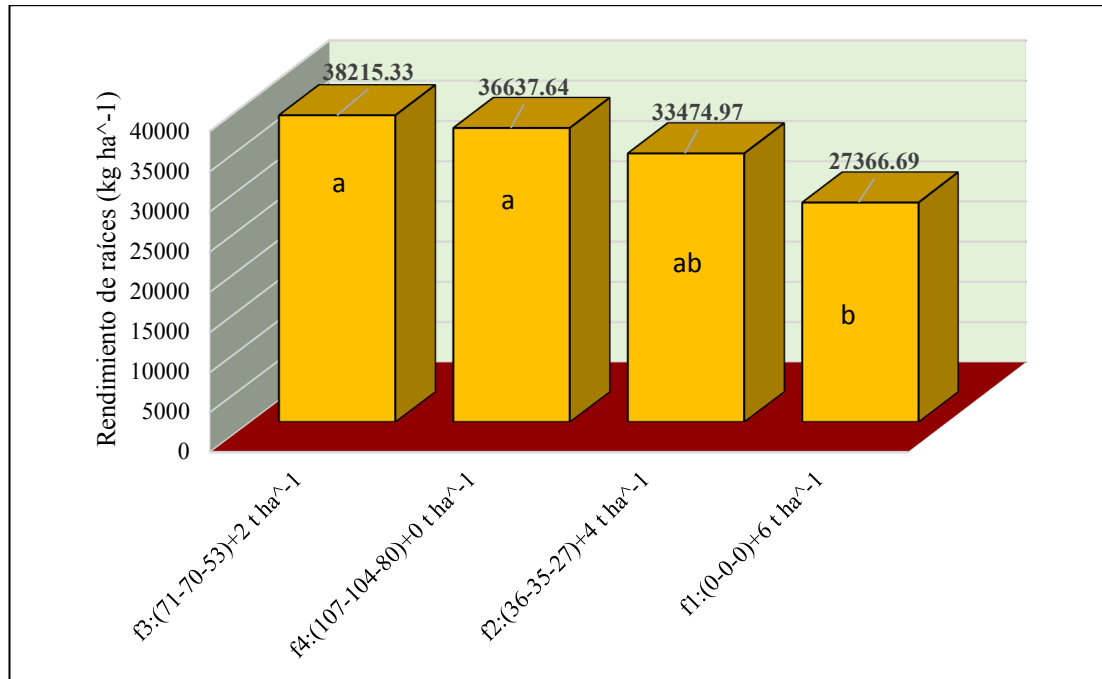
Según la comparación de medias (Tukey) de la Figura 3.5 en función del efecto de los niveles de fertilización; se encontró 38,215.33 kg ha<sup>-1</sup> de rendimiento con 71-70-53 NPK + 2 t ha<sup>-1</sup> de abono orgánico, superando 00-00-00 de NPK y 6 t ha<sup>-1</sup> en 39.64%. No obstante, f3 en comparación con los niveles f4 y f2 no mostró diferencia significativa.

Pacheco y Lizárraga (2022) realizaron trabajo de investigación del efecto de densidades de siembra y abono orgánico en el rendimiento de betarraga reportaron un rendimiento de 35.46 t ha<sup>-1</sup> en la variedad Early Wonder Tall Top con una densidad 0.40 x 0.15 m, equivalente a 166,667 plantas ha<sup>-1</sup>. Mientras, con una densidad de 100,000 plantas ha<sup>-1</sup>, reportaron rendimiento de 19.54 t ha<sup>-1</sup>. Estos reportes se asemejan

a los resultados obtenidos en C. E. Canaán, donde los rendimientos fueron altos (38 t/ha) a medida que la densidad incrementaba, superior a los logrados por el mencionado autor.

### Figura 3.5

Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales de rendimiento de raíz de betarraga en densidades y fertilización orgánico mineral- Canaán, 2750 msnm.



En trabajos similares, reportaron rendimientos menores a los que se reporta en Canaán, como Vidal (2019) que estudió el efecto de las distintas densidades de siembra en el cultivo de betarraga donde reportó rendimiento por hectárea de 28,510.417 kg con la alta densidad equivalente a 100,000 plantas ha<sup>-1</sup>. Mientras, con la densidad menor de 71,428 plantas ha<sup>-1</sup> encontró una respuesta de 23,548.919 kg. Según estos reportes, la alta densidad influyo positivamente en el rendimiento de raíces. En otro trabajo, Quispe (2021) realizó trabajo de investigación del efecto de densidad de siembra en cultivo de remolacha forrajera (*Beta vulgaris*) donde reportó un rendimiento de 18.12 t ha<sup>-1</sup> con más baja (35 x 40 cm), equivalente a 71,428 plantas ha<sup>-1</sup>, rendimientos que son menores a los logrados en Canaán.

Referente a las fórmulas de fertilización de N-P-K, Sopan (2019) realizó trabajo de investigación en la influencia de nitrógeno, fósforo y potasio en el rendimiento de

betarraga; donde reportó rendimiento máximo de 31,098.31 kg ha<sup>-1</sup>, con nivel de NPK 140-120-160; mientras en el testigo, el rendimiento fue 20,352.86 kg ha<sup>-1</sup>. En este trabajo no se utilizaron ninguna fuente de abonamiento orgánico. Asimismo, Córdova (2021) investigó efecto de las dosis de NPK en la productividad de *Beta vulgaris*, quien reportó rendimiento de raíces de 17.28 t ha<sup>-1</sup> con 120-150-60 de fertilización, lo cual fue rendimiento más alto alcanzado en este trabajo. Los rendimientos de estos dos autores son inferiores a los logrados en Canaán.

García et al. (2019) reportaron rendimientos de 41.8 y 41.5 t ha<sup>-1</sup> en el cultivo de betarraga, reporte correspondiente a los años 2010 y 2011. Estos rendimientos fueron obtenidos bajo el efecto de fertilización de nitrógeno y fósforo, 150-0-0 y 250-100-0, respectivamente, concluyeron que no hubo diferencias en el rendimiento entre las dosis de fertilización N-P, aunque fueron superiores respecto al testigo; el resultado de este autor es superior al logrado en Canaán. Domínguez (2002), luego de realizar evaluación de diez niveles de fertilización en el rendimiento de betarraga, concluye que, desde el punto de vista económico, la mejor alternativa de fertilización para los productores sería el uso del nivel 140-206-180 kg ha<sup>-1</sup> de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O

Felczynski y Elkner (2008) en betarraga roja, demostraron que el tratamiento con fertilizantes minerales aplicados en las dosis más bajas (N - 60, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 30, K<sub>2</sub>O - 70 kg·ha<sup>-1</sup>) dio como resultado rendimientos comerciales relativamente altos de raíces bien coloreadas con un alto contenido de betanina, así como un bajo nivel de nitratos. Sin embargo, el rendimiento comercial de las raíces de remolacha disminuyó a medida que estos fertilizantes se aplicaron en dosis más altas. En trabajos de evaluación de fertilización en remolacha azucarera, Hlisnikovský et al. (2021) menciona que la aplicación de fertilizantes minerales aumentó significativamente la remolacha y el rendimiento máximo en comparación con el control sin fertilizar. Según los resultados, una dosis adecuada de N es 112 kg ha<sup>-1</sup> con un rendimiento correspondiente de 66 t ha<sup>-1</sup>. Este resultado tuvo en cuenta los rendimientos medios de los años, incluidas las condiciones climáticas estándar e inadecuadas.

Según los promedios de rendimiento en cada tratamiento (Tabla 3.6), se encontró rendimiento más alto en el tratamiento T3 (250,000 plantas ha<sup>-1</sup> y 71-70-53+2 t ha<sup>-1</sup>), cuyo valor alcanzado fue 41,867.0 kg ha<sup>-1</sup> que equivale a 39,128 atados por hectárea.

Para determinar el peso promedio de atado se pesaron 4 unidades de atados, donde cada atado contenía 5 unidades de raíces, obteniendo al final 1.070 kg. El rendimiento más bajo se encontró con el tratamiento T5 (152,500 plantas ha<sup>-1</sup> y 0-0-0+6 t ha<sup>-1</sup>), cuyo valor resultante fue 25,370.93 kg ha<sup>-1</sup> que equivale a 23, 711 atados.

**Tabla 3.6**

*Rendimientos de kg ha por tratamiento correspondiente a densidades y niveles de fertilización orgánico mineral, Canaán, 2750 msnm.*

Tratamientos	Factores		Rendimientos
	Densidad	Fertilización	
T1	250,000	0-0-0+6 t ha-1	28525.0
T2	250,000	36-35-27+4 t ha-1	38266.67
T3	250,000	71-70-53+2 t ha-1	<b>41867.0</b>
T4	250,000	107-104-80+0 t ha-1	38558.33
T5	152,500	0-0-0+6 t ha-1	25370.93
T6	152,500	36-35-27+4 tha-1	31562.42
T7	152,500	71-70-53+2 t ha-1	35970.67
T8	152,500	107-104-80+0 t ha-1	36472.92
T9	125,000	0-0-0+6 t ha-1	28204.17
T10	125,000	36-35-27+4 tha-1	30595.83
T11	125,000	71-70-53+2 t ha-1	36808.33
T12	125,000	107-104-80+0 t ha-1	34941.67

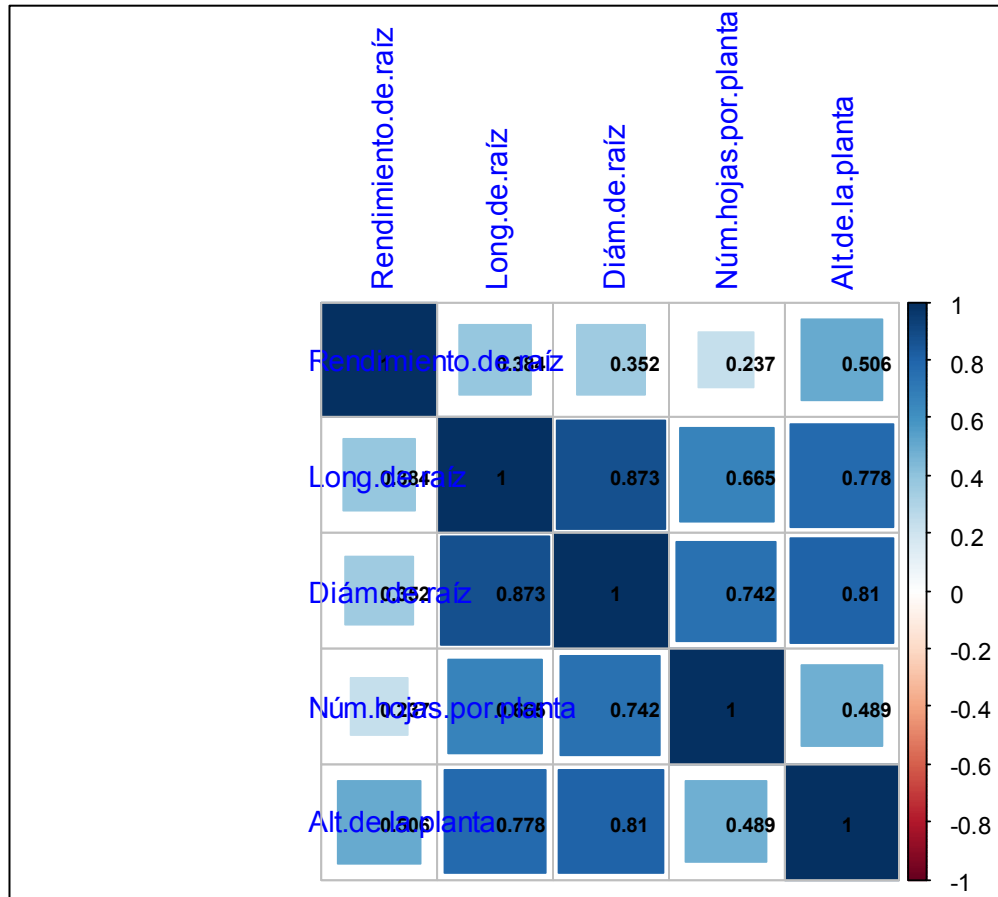
**Nota.** Densidad (plantas ha<sup>-1</sup>), fertilización (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O + abono orgánico), peso promedio de atado = 1.070 kg.

### **3.1.6 Correlación de las variables**

Según las correlaciones mostradas en la Tabla 3.7, podemos destacar que en este trabajo de investigación no se encontraron correlación alta del rendimiento y con longitud y diámetro de raíz. La correlación entre diámetro y longitud de raíz resultaron altas, 0.873; por lo tanto, entre estos existe grado de asociación alta y una relación directamente proporcional, es decir, a mayor longitud el diámetro también se incrementa, y viceversa. También existe alta correlación entre diámetro de raíz y altura de la planta, 0.81.

**Tabla 3.7**

*Correlación de las 5 variables evaluadas en el cultivo de betarraga con densidades y niveles de fertilización orgánico mineral. Canaán, 2750 msnm.*



## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. La densidad de plantas de 250,000 plantas ha<sup>-1</sup> alcanzó el mayor rendimiento de beterraga con 41,867.0 kg ha<sup>-1</sup>, con la densidad 125,000 plantas ha<sup>-1</sup> se encontró 8.21 cm en diámetro y 6.68 cm en longitud de raíz. Mayor tamaño de raíces reservantes se obtuvo con la menor densidad de plantas, pero, los rendimientos mas altos se obtuvieron con la mayor densidad de plantas.
2. La formula de abonamiento 71-70-53 NPK + 2 t ha<sup>-1</sup> (Mallki) en promedio de densidad de plantas reportó rendimiento de 38,215.33 kg ha<sup>-1</sup> que fue similar a la formula de abonamiento 107-104-80 NPK +0 t ha<sup>-1</sup> y 36-35-27 NPK + 4 t ha<sup>-1</sup> que reportó 36,637.64 kg ha<sup>-1</sup> y 33,474,97 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente; la formula de abonamiento 107-104-80 NPK + 0 t ha<sup>-1</sup> presentó raíces con 8.19 cm de diámetro y 6.84 cm de longitud.

## **RECOMENDACIONES**

1. Utilizar la fórmula de abonamiento organico-mineral para obtener mayor rendimiento de raíces en betarraga para condiciones de similares a Canaán – Ayacucho.
2. Utilizar menor densidad de plantas en el cultivo de beterraga para obtener mayor tamaño de raíces de beterraga.
3. Realizar la réplica de este trabajo de investigación en condiciones edafoclimáticos similares con la finalidad de comprobar los resultados obtenidos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, R. y Veliz, J. (2015). *Microencapsulación del extracto de betanina del Beta vulgaris por atomización y evaluación de sus propiedades funcionales como colorante natural*. Tesis Universidad Nacional del Centro del Perú. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1930/Alvarez%20Orrello%20-%20Veliz%20Espiritu.pdf;jsessionid=15954A1515705C8ADD3BD6E51F4DF8ED?sequence=1>
- Apaza, O. H., & Villacorta, M. W. B. (2019). Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de beterraga (*Beta vulgaris* L.) en la Estación Experimental de Patacamaya. *Apthapi*, 5(3), 1704-1711.
- Besnier, F. (1964). Remolacha de mesa. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\_1964\_16.pdf
- Casierra, F. y J. Pinto. (2011). Crecimiento de Plantas de Remolacha (*Beta vulgaris* L. var. Crosby Egipcia) Bajo Coberturas de Color. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0304-28472011000200005](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472011000200005)
- Córdova, G. C. (2021). “Efecto de la aplicación tardía de tres dosis de N-P2O5-K2O, foliar, cultivo Remolacha Azucarera (*Beta vulgaris* L.) desarrollado en Puna; Caserío de Ururupa alto, Provincia de Santiago de Chuco, Departamento La Libertad” Tesis de pregrado. Universidad Privada Antenor Orrego. [https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/7700/REP\\_CIRILO.GARCIA\\_APLICACION.TARDIA.DE.TRES.DOSIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/7700/REP_CIRILO.GARCIA_APLICACION.TARDIA.DE.TRES.DOSIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Domínguez, A. F. (2002). *Evaluación de diez niveles de fertilización en el cultivo de remolacha (Beta vulgaris) en la zona de La Esperanza, Intibucá, Honduras, 2002*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Agricultura. [http://www.fhia.info/downloads/informes\\_tecnicos/it2002laesperanza.PDF#page=5](http://www.fhia.info/downloads/informes_tecnicos/it2002laesperanza.PDF#page=5)

- Espejo, E. (2022). Efectos de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en remolacha forrajera (*Beta vulgaris* L.) en Agallpampa. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/8846>.
- Espinoza, D. (2013). Aclimatación de 14 cultivares de remolacha (*Beta vulgaris* var. conditiva), en la ESPOCH, Macají, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/2801/1/13T0768%20.pdf>
- Felczyński, K., & Elkner, K. (2008). Effect of long-term organic and mineral fertilization on the yield and quality of red beet (*Beta vulgaris* L.). *Vegetable Crops Research Bulletin*, 68, 111–125. <https://doi.org/10.2478/v10032-008-0010-7>
- García, N. M., Cisneros López, M. E., Franco, A. D., Ramírez, M. E., Ortiz Cháirez, F. E., & Valencia Botín, A. J. (2019). Chemical fertilization in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in the north of Tamaulipas. *Terra Latinoamericana*, 37(1), 15–25. <https://doi.org/10.28940/terra.v37i1.390>
- Huanca, O. , Blanco, M. (2019). Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de beterraga (*Beta vulgaris* L.) en la Estación Experimental de Patacamaya. *Apthapi* 5(3):1704-1711. Septiembre – Diciembre. 2019. ISSN: 2519-9382. Revista de la Carr. de Ingeniería Agronómica – UMSA. <https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/34>
- Hoyos, G. (2023). *Efecto de la Aplicación de Guano de Isla Y Humus de Lombriz en el Rendimiento del Cultivo de Betarraga (Beta Vulgaris L.) Variedad Early Wonder en el Fundo la Victoria*. Tesis Ing. Agronomo. Universidad Nacional de Cajamarca. <http://190.116.36.86/handle/20.500.14074/5999>
- Huaman, D. (2021). *Fertilización potásica y guano de islas en el rendimiento de betarraga (Beta vulgaris L.), bajo labranza mínima*. *Canaán*, 2750 msnm - Ayacucho, 2019. [https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/4531/1/TESIS%20AG1280\\_Hua.pdf](https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/4531/1/TESIS%20AG1280_Hua.pdf)

- Japon, J. (1985). Cultivo extensivo de la remolacha de mesa. [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1984\\_18.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1984_18.pdf)
- Lukáš Hlisnikovský, Ladislav Menšík, Kateřina Křížová, & Kunzová, E. (2021). The Effect of Farmyard Manure and Mineral Fertilizers on Sugar Beet Beetroot and Top Yield and Soil Chemical Parameters. *Agronomy*, *11*(1), 133–133. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010133>
- Manga B., M. (2022). *Efecto de densidad de siembra y fuentes de abonamiento orgánico en producción de dos variedades de beterraga (Beta vulgaris L.), en Oropesa- Quispicanchi-Cusco*. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. [https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6620/253T2\\_0220150\\_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6620/253T2_0220150_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Montenegro, J. (2023). *Evaluación de bioestimulantes orgánicos mineralizados con harina de roca y silicio aplicados en el cultivo de remolacha (Beta vulgaris) en el Centro Experimental San Francisco*. <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/2132/1/484-%20MONTENEGRO%20MEJ%C3%8DA%20JEFFERSON%20STEVE.pdf>
- Muñoz, A. (2006). *Efecto de la densidad de siembra de un cultivar de Beta vulgaris L. subsp. esculenta . var. Early Wonder Tall Top (betarraga), cultivado en el fundo UNAP - Iquitos*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Agronomía. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4509>
- Orozco, E. (2016). Elaboración de mortadela utilizando colorantes naturales de remolacha (*Beta vulgaris*) y sangorache (*Amaranthus quitensis* L.) como reemplazo del colorante artificial. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/3059/1/UNACH-ING-AGRO-2016-0014.pdf>
- Pacheco, D. F., & Lizárraga, A. F. (2022). *Efecto de densidad de siembra y fuentes de abonamiento orgánico en producción de dos variedades de beterraga (Beta vulgaris L.), en Oropesa- Quispicanchi-Cusco* [Tesis de pregrado, Universidad

Nacional de San Antonio Abad de Cusco].  
[https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6620/253T20220150\\_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6620/253T20220150_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Paz, P. (2022). *Efectos de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en la producción de remolacha azucarera (Beta vulgaris L.) en el caserío de vaquería*. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/8845>

PRONAP. (2011). Preparación de almacigos para hortalizas.  
<https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-1650.pdf>

Quispe, E. C. (2021). *Efecto de densidad de siembra en la producción de remolacha forrajera (Beta vulgaris l. ssp. vulgaris var. Blanca Cuello Verde), en el Municipio Inquisivi* Tesis de pregrado. Universidad Mayor de San Andrés.  
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/25863/TD-2872.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Quispe, N. (2023). *Efecto de dosis entre macro - micronutrientes y abonos orgánicos en el cultivo de beterraga (Beta vulgaris L. ssp. Vulgaris) conducido en el Centro Agronómico K'Ayra*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco.  
[https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/7304/253T20230081\\_TC.pdf?sequence=1](https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/7304/253T20230081_TC.pdf?sequence=1)

Rodríguez, G. (2007). *Efecto de la aplicación de dos abonos orgánicos bajo tres densidades de siembra en remolacha forrajera (Beta vulgaris L.)*.  
<https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/42834>

Sopan, H. R. (2019). *Influencia de la fertilización con N-P-K en el rendimiento del cultivo de remolacha de mesa (Beta vulgaris) Var. Early Wonder en condiciones agroecológicas de Huacrachuco Marañón 2018* Tesis de pregrado. Universidad Nacional Hermilio Valdizán De Huánuco.  
<https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/4372/TAG00775S67.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vidal, R. J. (2019). *Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento del cultivo de la betarraga (Beta vulgaris L.) variedad detroit, en condiciones*

*edafoclimáticas de Huacrachuco – Huanuco 2018* Tesis de pregrado. Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco. <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/5385/TAG00826V63.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Wikipedia. (2023). Beta vulgaris. La enciclopedia libre. [https://es.wikipedia.org/wiki/Beta\\_vulgaris](https://es.wikipedia.org/wiki/Beta_vulgaris)

Zapata Callañaupa, J. H. (2023). *Efectividad de compost a base de dos tipos de estiércol en el rendimiento de Beta vulgaris Var. Fordhook Giant Distrito de Anta—Cusco*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/7145>

## ANEXOS

**Anexo 1. Análisis del suelo de Canaán, 2750 msnm-Ayacucho.**



*FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA*

*Ayacucho – Perú*

**“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”**

HR. 00338

Región 1. Ayacucho  
Provincia Huamanga  
Distrito 2. Andrés Avelino Cáceres D.  
Localidad C. E. Canaán  
Proyecto “Tesis”  
Solicitante 3. Sr. ALEX LUYO ASENCIO

**ANALISIS DE CARACTERIZACIÓN**

Muestra	Análisis mecánico (%)			Clase Textual	pH (H <sub>2</sub> O) 1:2.5	C.E. (dS/m.)	CaCO <sub>3</sub> (%)	M.O. %	Nt (%)	Elementos Disp. (ppm)		Cationes cambiabiles (Cmol(+)/kg)					C.I.C. (Cmol(+)/kg)
	Arena	Limo	Arcilla							P	K	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>   H <sup>+</sup>	
01	45.8	28.9	25.3	Fr	7.85	3.76	0.0	2.79	0.14	21.4	212.7	10.2	3.68	1.09	1.24	0.0   0.0	25.1

Ayacucho, 27 de Julio del 2021.

Ao: Arenoso; AoFr: Arena franca; FrAo: Franco arenosos; Fr: Franco; FrL: Franco limoso; L: Limoso; FrArAo: Franco arcillo arenoso; FrAr: Franco arcilloso; FrAr: Franco arcillosos; FrArL: Franco arcilloso limoso; ArAo: Arcillo arenoso; ArL: Arcillo lioso; Ar: Arcillos

TORIO DE ANALISIS DE ARM  
PER  
RESPONSABLE  
*Juan B. Girón Molina*  
C.I.P. 77120

## **ANEXO 2. PANEL FOTOGRÁFICO**



Foto 1. Reconocimiento de campo experimental



Foto 2. Surcado del terreno experimental



Foto 3. Riego del campo antes del trasplante de plantines de betarraga



Foto 3. Trasplante de los plantines de beterraga en el campo experimental



Foto 4. Pesado de guano de isla y fertilizante químico: urea, fosfato supertriple y cloruro de potasio



Foto 5. Semilla de beterraga variedad Early Wonder Tall Top



Foto 6. Abono gallinaza compostada (Mallki)



Foto 6. Primer deshierbo



Foto 7. Cultivo de betarraga a los 70 días después de la siembra



Foto 8. Cultivo de betarraga a los 90 días después de la siembra



Foto 09. Cosecha de la betarraga



Foto 10. Diez plantas tomadas al azar de cada tratamiento



Foto 11. Evaluación de los parámetros de rendimiento del cultivo de la betarraga



Foto 11. Después de la cosecha seleccionando primera y segunda para venta en el mercado

*Anexo 1. Datos ordenados para el procesamiento estadístico de los variables*

bloque	Densidad	fertilización	Rendimiento de raíces (kg ha <sup>-1</sup> )	Longitud de raíz (cm)	Diámetro de raíz (cm)	Núm hojas por planta (Und.)	Altura de la planta (cm)
1	d1	f1	36575.00	5.5	6.0	15.6	23.5
1	d1	f2	39725.00	5.6	6.5	17.4	25.2
1	d1	f3	44401.00	5.7	7.5	19.4	27.4
1	d1	f4	46550.00	6.5	7.7	16.4	30.6
1	d2	f1	26367.25	6.1	7.3	20.4	24.1
1	d2	f2	31918.25	6.1	7.5	21.0	27.6
1	d2	f3	36069.25	6.9	7.7	21.8	28.8
1	d2	f4	43447.25	7.2	8.7	23.2	33.4
1	d3	f1	33512.50	6.7	8.2	19.7	26.4
1	d3	f2	34212.50	6.9	8.7	22.0	29.4
1	d3	f3	34737.50	6.7	8.8	22.8	33.2
1	d3	f4	34650.00	7.0	9.1	20.2	27.8
2	d1	f1	23100.00	4.6	5.7	17.0	20.7
2	d1	f2	33600.00	5.3	6.8	17.6	24.0
2	d1	f3	38500.00	6.5	7.9	18.2	29.0
2	d1	f4	40250.00	6.4	7.8	18.2	27.8
2	d2	f1	27648.25	6.1	7.5	19.2	25.4
2	d2	f2	30423.75	6.3	7.4	22.2	25.6
2	d2	f3	31918.25	7.1	7.9	22.6	26.4
2	d2	f4	37896.25	6.7	7.9	24.4	26.8
2	d3	f1	28087.50	6.3	7.6	20.1	25.4
2	d3	f2	30187.50	6.6	7.8	20.6	27.2
2	d3	f3	31412.50	7.2	8.5	24.0	29.6
2	d3	f4	33512.50	7.3	7.9	23.0	27.4
3	d1	f1	25900.00	4.3	5.5	13.0	19.0
3	d1	f2	41475.00	5.4	6.0	15.8	21.0
3	d1	f3	42700.00	6.3	7.8	17.2	27.0
3	d1	f4	28875.00	6.5	7.7	16.9	25.4
3	d2	f1	22097.25	4.9	6.1	15.2	19.4
3	d2	f2	32345.25	5.4	6.8	15.8	22.4
3	d2	f3	39924.50	7.6	7.4	18.8	26.6
3	d2	f4	28075.25	7.3	8.6	19.4	31.4
3	d3	f1	23012.50	5.7	6.8	15.6	21.4
3	d3	f2	27387.50	5.9	7.4	22.2	22.6
3	d3	f3	44275.00	7.6	9.4	29.8	26.6
3	d3	f4	36662.50	6.3	8.3	28.4	25.6



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

**Bach. ALEX LUYO ASENCIO**

**R.D. N° 376-2024-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho a los veinte días del mes de marzo del año dos mil veinticinco, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por Ing. Eduardo Robles García, M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo como asesor y M.Sc. Fortunato Álvarez Aquise; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Densidad de plantas y fertilización orgánico-mineral en el rendimiento de betarraga (*Beta vulgaris* L.) Canaán, 2750 msnm- Ayacucho 2022**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo presentado por el Bachiller **ALEX LUYO ASENCIO**.

El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Ing. Eduardo Robles García	15	15	15	15
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo	14	14	15	14
M.Sc. Fortunato Álvarez Aquise	14	15	15	15
<b>PROMEDIO GENERAL</b>				<b>15</b>


**OBSERVACION:** Por acuerdo unánime de los miembros del jurado, el título del trabajo de investigación debe ser: **Densidad de plantas y fórmulas de abonamiento orgánico- mineral en el rendimiento de betarraga (*Beta vulgaris* L.) Canaán, 2750 msnm- Ayacucho 2022**

Acto seguido se invita al sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.

  
.....  
**Ing. Eduardo Robles García**  
Presidente

  
.....  
**M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo**  
Asesor

  
.....  
**M.Sc. Fortunato Álvarez Aquise**  
Jurado

  
.....  
**Mtro. Rodolfo Alca Mendoza**  
Secretario Docente

**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS  
**AGRARIAS**

## CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe coordinador responsable de la valoración y verificación de originalidad de los trabajos de investigación y de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, designado mediante la RCF N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

### **Densidad de plantas y fórmulas de abonamiento orgánico-mineral en el rendimiento de betarraga (*Beta vulgaris* L.) Canaán, 2750 msnm- Ayacucho 2022**

Autor : Alex Luyo Asencio  
Asesor : Walter Augusto MATEU MATEO

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **veintiocho (28 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

**Nota:** Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2643011460

Ayacucho, 11 de abril de 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA  
Facultad de Ciencias Agrarias

Dr. Yuri Gálvez Gastelú  
Coordinador de Control de originalidad de

# Densidad de plantas y fórmulas de abonamiento orgánico- mineral en el rendimiento de betarraga (*Beta vulgaris* L.) Canaán, 2750 msnm- Ayacucho 2022

*por* Alex Luyo Asencio

---

**Fecha de entrega:** 11-abr-2025 04:33p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2643011460

**Nombre del archivo:** Tesis\_AlexLuyo\_TESIS\_corregido\_para\_carton.docx (9.27M)

**Total de palabras:** 13180

**Total de caracteres:** 69114

# Densidad de plantas y fórmulas de abonamiento orgánico-mineral en el rendimiento de betarraga (*Beta vulgaris* L.) Canaán, 2750 msnm- Ayacucho 2022

## INFORME DE ORIGINALIDAD

28%

INDICE DE SIMILITUD

28%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.unsch.edu.pe">repositorio.unsch.edu.pe</a> Fuente de Internet	14%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	4%
3	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	3%
4	<a href="https://img1.wsimg.com">img1.wsimg.com</a> Fuente de Internet	2%
5	<a href="https://repositorio.unp.edu.pe">repositorio.unp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://repositorio.inia.gob.pe">repositorio.inia.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://www.agroes.es">www.agroes.es</a> Fuente de Internet	<1%

---

9	<a href="http://repositorio.unas.edu.pe">repositorio.unas.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="http://repositorio.unjfsc.edu.pe">repositorio.unjfsc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://mallki.pe">mallki.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://fruteriadecastellon.com">fruteriadecastellon.com</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://dspace.utb.edu.ec">dspace.utb.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://fhia.org.hn">fhia.org.hn</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://repositorio.umsa.bo">repositorio.umsa.bo</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://repositorio.unapiquitos.edu.pe">repositorio.unapiquitos.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo

**Densidad de plantas y fórmulas de abonamiento orgánico-mineral en el  
rendimiento de betarraga (*Beta vulgaris* L.) Canaán, 2750 msnm- Ayacucho  
2022**

Bach. Alex Luyo Asencio

Alex.luyo.01@unsch.edu.pe

M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo

walter.mateu@unsch.edu.pe

Área: Medio ambiente

**Línea de investigación:** Sistemas de producción

**RESUMEN**

La investigación se condujo en el Centro Experimental de Canaán de la Facultad de Ciencias Agrarias, ubicado a 2750 msnm, distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga. Ayacucho, con el objetivo de evaluar la influencia de densidades de plantas (250,000, 152,000 y 125,000 plantas.ha<sup>-1</sup>) y fórmulas de abonamiento orgánico – mineral (0-0-0 NPK + 6 t.ha<sup>-1</sup> gallinaza, 36-35-27 NPK + 4 t.ha<sup>-1</sup> gallinaza, 71-70-53 NPK + 2 t.ha<sup>-1</sup> gallinaza y 107-104-80 NPK + 0 t.ha<sup>-1</sup> gallinaza) en el rendimiento de la betarraga. Se utilizó el diseño estadístico experimental Bloques Completos al Azar (DBCA). con arreglo factorial de 4N\*3D, con tres repeticiones y 12 tratamientos. La dimensión de la unidad experimental fue 3.50 m \* 2.40 m. La fase de campo fue del 15 agosto a 25 de noviembre 2021. Se evaluó: altura de planta, diámetro de raíz, longitud de raíz, peso de raíz y rendimiento de raíces. Los resultados mostraron que, la densidad de plantas 250,000 plantas ha<sup>-1</sup> alcanzó el mayor rendimiento de beterraga con 41,867.0 kg ha<sup>-1</sup>, con la densidad 125,000 plantas ha<sup>-1</sup> se encontró 8.21 cm en diámetro y 6.68 cm en longitud de raíz. Mayor tamaño de raíces se obtuvo con menor densidad de plantas, pero los rendimientos más altos se obtuvieron con mayor densidad de plantas. La fórmula de abonamiento orgánico-mineral 71-70-53 NPK + 2 t ha<sup>-1</sup> gallinaza reportó rendimiento de 38,215.33 kg ha<sup>-1</sup> que no fue diferente del nivel 107-104-80 NPK +0 t ha<sup>-1</sup> gallinaza y 36-35-27 NPK + 4 t ha<sup>-1</sup> gallinaza que reportó 36,637.64 kg ha<sup>-1</sup> y 33,474,97 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente; el nivel 107-104-80 NPK + 0 t ha<sup>-1</sup> gallinaza, presentó raíces con 8.19 cm de diámetro y 6.84 cm de longitud.

*Palabras clave:* *Beta vulgaris* L., densidad de plantas, abonamiento orgánico-mineral

## INTRODUCCION

La betarraga es una hortaliza de importancia económica al nivel mundial debido a sus valores alimenticios y medicinales. Este cultivo tiene varios fines de aprovechamiento medicinal para el ser humano, tanto para el animal que también sirve como para forraje, su bulbo enraizado contiene una enzima betalaina que es un antioxidante que previene el cáncer, resistente a bajas temperaturas, ricas en azúcares, fibras, vitamina y proteína cruda. En cuanto a las principales zonas productoras de betarraga en el Perú, el MINAG (2013) estableció que en Lima se concentra el 68% de producción total en el año 2012, lugar en el que se ha producido cerca de 23,789 toneladas, en segundo lugar se encuentra Junín con un 8%. (Alvarez et al., 2015)

La mayoría de las áreas agrícola de departamento de Ayacucho, los suelos son pobres en materia orgánica y de baja fertilidad, las mismas que se traducen en bajos rendimientos, tanto en cantidad como en calidad alimenticia. El contenido de nutrientes y materia orgánica disponibles en el suelo son cada vez más reducidos, debido a la extracción de los cultivos y la erosión; reportando bajos rendimientos en la producción, para restablecer dichos nutrientes es necesario adicionar macro elementos y micro elementos al suelo mediante fertilizantes y cuando se trata de mejorar la parte física del suelo se añade materia orgánica entre ellos la gallinaza (Mallki).

Es de suma importancia generar información para los agricultores en el uso adecuado de abonos orgánicos y densidad adecuada en el cultivo de betarraga.

Manga (2022) evaluó densidad de siembra y fuentes de abono orgánico en dos variedades de betarraga y reportó que:

el abonamiento con guano de isla mostró mayor rendimiento promedio con 30.83 t/ha de raíces y 237.95 g de raíz por planta. La densidad de siembra 166,667 plantas/ha (0.40 m x 0.15 m) mostró el mayor rendimiento para peso de raíces por hectárea con un promedio de 32.62 t/ha y la densidad de siembra

100,000 plantas/ha (0.40 m x 0.15 m) para peso de raíces por planta con 238.44 g de promedio. Asimismo, la fuente de abonamiento guano de isla presenta mayor número de hojas por planta con 12.81 hojas, y es estadísticamente similar a la fuente de abonamiento humus de lombriz para número de hojas por planta al 99% de confianza. El diámetro y la longitud de raíz de la betarraga no son afectados por la densidad de siembra ni por la variedad, al no existir diferencias estadísticas entre los niveles evaluados. La fuente de abonamiento guano de isla muestra el mejor resultado para diámetro de raíz con un promedio de 7.60 cm, mientras que para longitud de raíz no hay diferencia significativa entre las fuentes de abonamiento orgánico (p. vi).

Muñoz (2006) estudió el efecto de la densidad de siembra de un cultivar de *Beta vulgaris* L. Subsp. Esculenta. Var. Early Wonder Tall Top (Betarraga) en las características agronómicas y el rendimiento del cultivo en Iquitos y encontró que,

el peso de la raíz/planta en kg, resultaron estadísticamente heterogéneos para la mayoría de los tratamientos evaluados, el tratamiento T5 presentó 0.254 kg/planta, ligeramente superior frente a los demás tratamientos, específicamente, el tratamiento T1 que alcanzó 0.174 kg/planta, ocupando el último lugar. El peso de la raíz/parcela, resultó estadísticamente heterogéneo para los tratamientos evaluados, ocupó el primer lugar el tratamiento T1 con 11.99 kg/parcela, debido al mayor número de plantas presentes y a la menor densidad empleada en la misma. El mejor rendimiento obtenido fue el tratamiento T1 con 28.77 t/ha, sin embargo, el tratamiento T4 con 18.82 t/ha es de mayor preferencia en el mercado en función a características cualitativas como tamaño, forma, color y textura, características apropiadas de una raíz comercial. (p. 54)

### **Objetivo general**

Evaluar la influencia de la densidad de plantas y fórmulas de abonamiento orgánico-mineral en el rendimiento de la betarraga (*Beta vulgaris* L.) Canaán, 2750 msnm – Ayacucho.

### **Objetivos específicos**

- Determinar la influencia de tres densidades de plantas en el rendimiento de la betarraga (*Beta vulgaris* L.) Canaán, 2750 msnm – Ayacucho.
- Determinar la influencia de cuatro fórmulas de abonamiento orgánico-mineral en el rendimiento de la betarraga (*Beta vulgaris* L.) Canaán, 2750 msnm – Ayacucho.

## **METODOLOGÍA**

### **Ubicación del experimento**

La investigación se realizó en el Centro Experimental Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, perteneciente al distrito de Andrés Avelino Cáceres, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. El lugar donde se instaló el experimento pertenece a la zona de vida bosque seco montano bajo sub tropical (bs-T). La ubicación geográfica se detalla a continuación:

Latitud Sur : 13° 08' 05"

Longitud Oeste : 74° 32' 00"

Altitud : 2750 msnm

### **Características edáficas del terreno experimental**

El resultado de análisis reporta que el suelo presenta clase textural Franco arcilloso, pH de 7.65 (moderadamente alcalina), conductividad eléctrica de 1.808 dS/m (muy ligeramente salino) y Carbonatos, bajo. La materia orgánica, 1.83% es baja, y el nitrógeno total 0.09 también es limitado. El contenido de fósforo disponible, 25.8 ppm, contenido óptimo; contenido de potasio, 169.7 ppm, medio. La CIC de 17.6 Cmol<sup>(+)</sup>/kg es un valor medio.

En conclusión, el suelo del terreno elegido, es apropiado para el cultivo de betarraga.

### **Tabla 1**

*Análisis físico químico de la muestra de suelo del campo experimental de Canaán.*

<b>Componentes</b>	<b>Nivel</b>	<b>Interpretación</b>
Nitrógeno Total	0.09%	Bajo
Materia Orgánica	1.83%	Bajo
P - Disponible	25.8 ppm	Medio
K - Disponible	169.7 ppm	Alto
pH	7.65	Ligeramente alcalino
Arena	44.90%	
Limo	18.30%	
Arcilla	36.80%	Franco arcilloso
Clase Textural	Franco arcilloso	

Nota:  
Analiza

do en el Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar "Nicolás Roulet" UNSCH-2021

**Tabla 2**  
*Resultados del análisis de gallinaza (Mallki).*

<b>Componente</b>	<b>Contenido</b>
Humedad (%)	18-21
pH	7.7-8.9
C.E. (1:1) mS/cm	9-12.5
M.O. total (%)	25-45
N-total (%)	1.2-2.5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	1-2
K <sub>2</sub> O (%)	2.1-3.5
CaO (%)	3-3.5
MgO (%)	0.8-1.2
Zn (ppm)	400-600

Los resultados del análisis de gallinaza (Mallki), catalogan este abono mejorador de suelo, contiene los macroelementos en cantidad baja.

**Características climatológicas del lugar experimental**

El cultivo de beterraga se desarrolló en campo entre los meses de octubre y noviembre. Las condiciones climatológicas que se presentaron en el campo de cultivo fueron, temperaturas máximas de 25.45 a 27.66 °C, la temperatura mínima de 8 a 10.85 °C y la temperatura media de 16.7 a 19.2 °C. La precipitación fluctúa entre 0.9 mm en octubre a 29.70 mm en noviembre. Los meses de cultivo de la beterraga (agosto -noviembre) coincide con los meses de menor precipitación y por lo tanto presentan déficit de humedad, por lo que el cultivo tuvo que complementarse con agua de riego por goteo.

### **Variables independientes e indicadores**

#### **a) Fertilización orgánico-mineral (F)**

$$f_1 = 0-0-0 \text{ NPK} + 6 \text{ t ha}^{-1} \text{ mallki (120-180-180 NPK)}$$

$$f_2 = 36-35-27 \text{ NPK} + 4 \text{ t ha}^{-1} \text{ mallki (116-155-147 NPK)}$$

$$f_3 = 71-70-53 \text{ NPK} + 2 \text{ t ha}^{-1} \text{ mallki (111-130-113 NPK)}$$

$$f_4 = 107-104-80 \text{ NPK} + 0 \text{ t ha}^{-1} \text{ mallki (107-104-80 NPK)}$$

#### **b) Densidad de plantas (D)**

$$d_1 = 250,000 \text{ plantas ha}^{-1} \text{ (0.50 m entre surcos y 0.10 m entre plantas)}$$

$$d_2 = 152,500 \text{ plantas ha}^{-1} \text{ (0.50 m entre surcos y 0.15 m entre plantas)}$$

$$d_3 = 125,000 \text{ plantas ha}^{-1} \text{ (0.50 m entre surcos y 0.20 m entre plantas)}$$

La fórmula de abonamiento que se consideró para calcular el nivel de abonamiento orgánico mineral fue 80-120 kg de N/ha, 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 60 kg de K<sub>2</sub>O (Toledo, 2003).

### **Indicadores de la variable dependiente y criterios de evaluación**

#### **a. Número de hojas por planta**

En las mismas 10 plantas competitivas, se contaron el número de hojas por planta.

#### **b. Diámetro de raíz**

Utilizando un vernier se midió el diámetro de la raíz en la parte ecuatorial en cm, de las mismas 10 plantas, al inicio de la cosecha.

#### **c. Longitud de raíz reservante**

Utilizando el vernier se midió en cm la distancia entre el cuello de la planta (corona) y la base de la raíz donde termina el engrosamiento, al momento de iniciar la

cosecha. Se tomaron para la evaluación las mismas 10 plantas al azar elegidas por cada parcela.

#### **d. Rendimiento de raíces reservantes (kg. ha<sup>-1</sup>)**

Luego verificar en el campo que más del 80 % de plantas de betarraga se encontraba en estado de madurez comercial (raíces con más de 8 cm de diámetro ecuatorial) se procedió a extraer las plantas maduras de cada parcela, dejando los extremos para evitar el efecto de borde. A continuación, luego de cortar las hojas se procedió de pesar las raíces en una balanza digital calibrada de 30 kg, las mismas que se extrapolaron a una hectárea para expresar el rendimiento en kg. ha<sup>-1</sup>.

### **Método Procedimental**

El experimento se realizó en el C. E. de Canaán de la FCA en cultivo de la betarraga donde se probó la influencia de tres densidades de plantas (D) y cuatro niveles de fertilización orgánico-mineral (F). El tipo de investigación fue experimental, nivel aplicado y método inductivo. La unidad experimental tuvo una dimensión de 5.0 m\* 1.60 m, con un área de 8 m<sup>2</sup> con 4 surcos. El distanciamiento entre surcos fue de 0.40 m y entre plantas fue de 0.10 m – 0.15 m. y 0.20m.

### **Diseño Experimental**

En el experimento se utilizó el Diseño de bloque completo randomizado (DBCR), con arreglo factorial de 3D x 4E, con 12 tratamientos y 3 repeticiones. El análisis estadístico consistió en el Análisis de (ANVA), la prueba de significación de Tukey para la comparación de la media de los tratamientos y el análisis correlación de las variables evaluadas.

### **Cultivo indicador: Betarraga variedad Early Wonder**

Es una variedad de clima templado, prefiere suelos ricos en materia orgánica, profundos, livianos y bien drenados, para que las raíces crezcan y no se deforme. Esta betarraga de mesa roja es una hortaliza de raíz de la cual se aprovecha la raíz, tiene un valor energético de las raíces es alrededor de 34 calorías por 100 gramos, el contenido de azúcar de 5.6% y es apreciable en fibras y minerales. (<https://mrbroko.com/tipos-de-betarraga-en-la-variedad-esta-el-gusto/>).

## Tratamientos

Los tratamientos resultan de la combinación de los dos factores estudiados.

Código	Descripción
T <sub>1</sub>	f <sub>1</sub> (0-0-0 NPK + 6 t ha <sup>-1</sup> mallki) * d <sub>1</sub> (250,000) plantas. ha <sup>-1</sup> )
T <sub>2</sub>	f <sub>2</sub> (36-35-27 NPK+ 4 t ha <sup>-1</sup> mallki ) * d <sub>1</sub> (250,000) plantas. ha <sup>-1</sup> )
T <sub>3</sub>	f <sub>3</sub> (71-70-53 NPK+ 2 t ha <sup>-1</sup> mallki ) * d <sub>1</sub> (250,000) plantas. ha <sup>-1</sup> )
T <sub>4</sub>	f <sub>4</sub> (107-104-80 NPK + 0 t ha <sup>-1</sup> mallki ) * d <sub>1</sub> (250,000) plantas. ha <sup>-1</sup> )
T <sub>5</sub>	f <sub>1</sub> (0-0-0 NPK + 6 t ha <sup>-1</sup> mallki ) * d <sub>2</sub> (152,500) plantas. ha <sup>-1</sup> )
T <sub>6</sub>	f <sub>2</sub> (36-35-27 NPK + 4 t ha <sup>-1</sup> mallki ) * d <sub>2</sub> (152,500) plantas. ha <sup>-1</sup> )
T <sub>7</sub>	f <sub>3</sub> (71-70-53 NPK + 2 t ha <sup>-1</sup> mallki ) * d <sub>2</sub> (152,500) plantas. ha <sup>-1</sup> )
T <sub>8</sub>	f <sub>4</sub> (107-104-80 NPK + 0 t ha <sup>-1</sup> mallki ) * d <sub>2</sub> (152,500) plantas. ha <sup>-1</sup> )
T <sub>9</sub>	f <sub>1</sub> (0-0-0 NPK + 6 t ha <sup>-1</sup> mallki ) * d <sub>3</sub> (125,000) plantas. ha <sup>-1</sup> )
T <sub>10</sub>	f <sub>2</sub> (36-35-27 NPK+ 4 t ha <sup>-1</sup> mallki ) * d <sub>3</sub> (125,000) plantas. ha <sup>-1</sup> )
T <sub>11</sub>	f <sub>3</sub> (71-70-53 NPK+ 2 t ha <sup>-1</sup> mallki ) * d <sub>3</sub> (125,000) plantas. ha <sup>-1</sup> )
T <sub>12</sub>	f <sub>4</sub> (107-104-80 NPK + 0 t ha <sup>-1</sup> mallki ) * d <sub>3</sub> (125,000) plantas. ha <sup>-1</sup> )

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Diámetro de raíz*

**Tabla 3**

*Análisis de varianza de diámetro de raíz de betarraga en densidades y niveles de fertilización orgánico mineral, Canaán, 2750 msnm.*

F. variación	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloques	2	1.45	0.725	3.91	0.0351 *
Densidad (D)	2	10.14	5.07	27.34	<0.0001 **
Fertilización (F)	3	13.27	4.42	23.85	<0.0001 **
Interacción (D*F)	6	2.29	0.38	2.06	0.0997 ns
Error	22	4.08	0.19		
Total	35	31.23			

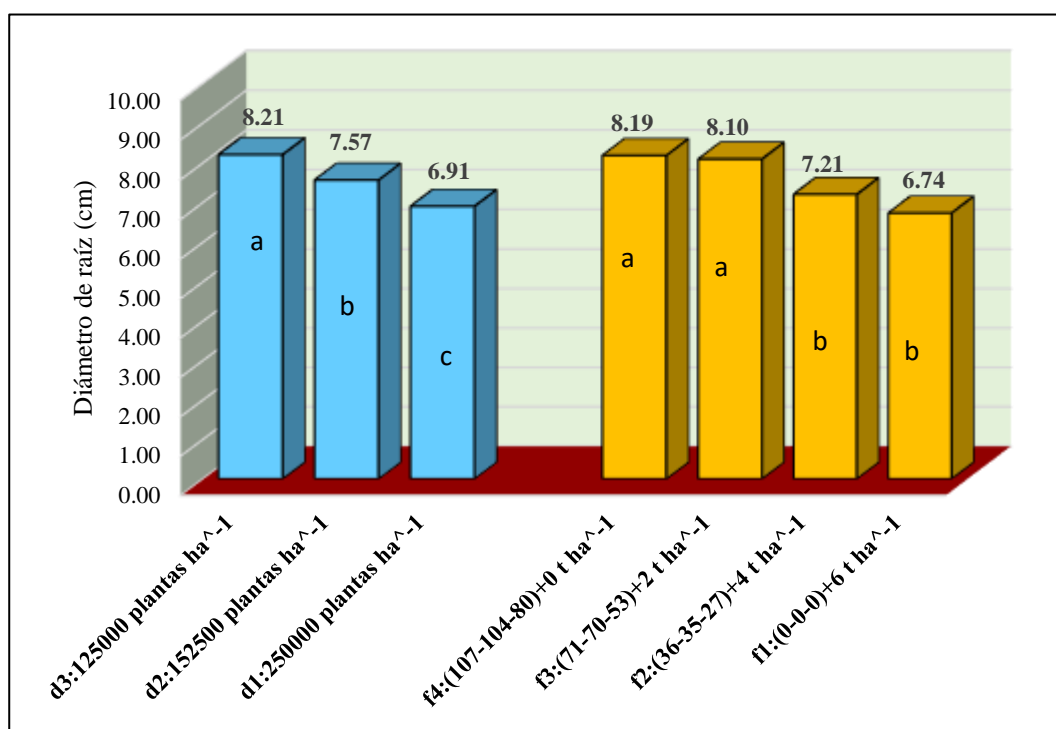
C. V (%): 5.69

El diámetro de raíz de betarraga estuvo influenciado positivamente por los factores de estudio, como lo indica el análisis de varianza de la Tabla 3, que también mostró

que los efectos principales de la densidad de plantas y la fertilización orgánico-mineral fueron altamente significativos, con excepción de la interacción (densidad \* fertilización). Este resultado permite un análisis independiente de los factores de estudio. Se encontró un coeficiente de variabilidad del 5.69 %, lo que indica alta precisión y confiabilidad de los resultados reportados en este trabajo.

**Figura 1**

*Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales de diámetro de raíz de betarraga en densidades y fertilización orgánico mineral. Canaán, 2750 msnm.*



Densidad de plantas

Fórmulas de fertilización

En la Figura 1 (prueba de Tukey), con la densidad más baja (125,000 plantas ha<sup>-1</sup>) se encontró 8.21 cm de diámetro, el cual fue superior estadísticamente respecto al efecto de las demás densidades. Según el efecto de las fórmulas de fertilización, con 107-104-80 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O + 0 t ha<sup>-1</sup> de abono orgánico, se encontró 8.19 cm; no obstante, este no difiere de la influencia de la fórmula 71-70-53 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O + 4 t ha<sup>-1</sup> (8.10 cm). En conclusión, a medida que se incrementaron la densidad de plantas por hectárea, disminuyeron el diámetro de la raíz; asimismo, sin fórmula de

fertilización (0-0-0 + 6 t ha<sup>-1</sup> de abono orgánico) se obtuvo diámetro más bajo, 6.74 cm.

En trabajos similares, Vidal (2019) estudió el efecto de las distintas densidades de siembra en el cultivo de betarraga; donde reportaron una longitud o diámetro polar máxima de 8.41 cm con una densidad de siembra 71,428 plantas ha<sup>-1</sup> (0.40 x 0.35 m). En este trabajo encontraron diámetros mayores con densidad más baja y diámetros menores en densidades altas, sin embargo, son medidas similares a los encontrados en nuestra investigación. Quispe (2021) realizó trabajo de investigación del efecto de densidad de siembra en cultivo de remolacha forrajera (*Beta vulgaris*) donde reportó diámetro de raíz máximo de 18.09 cm con una densidad de siembra 35 x 40 cm, equivalente a 71,428 plantas ha<sup>-1</sup>. Mientras, con la densidad más alta (20 x 40 cm), encontró diámetro de 11.03 cm; de estos resultados deducimos que se puede obtener raíces de mayor diámetro con densidad de siembra más baja. Estos resultados superan las medidas encontradas en Canaán. Referente a las fórmulas de fertilización de N-P-K, Sopan (2019) realizó trabajo de investigación en la influencia de nitrógeno, fósforo y potasio en el rendimiento de betarraga; donde reportó diámetro ecuatorial máximo de 8.21 cm con nivel de abonamiento 140-120-160 de NPK, resultado similar a los resultados logrados en Canaán.

### ***Longitud de la raíz***

La longitud de la raíz de betarraga estuvo influenciada positivamente por los factores de estudio (densidad de plantas y fertilización), como lo indica el análisis de varianza de la Tabla 4, donde se encontró que los efectos principales de la densidad de plantas y la fertilización orgánico-mineral fueron altamente significativos, con excepción de la interacción (densidad \* fertilización). Este resultado permite un análisis independiente de los factores de estudio. Se encontró un coeficiente de variabilidad del 7.07 %, lo que indica alta precisión y confiabilidad de los resultados reportados en este trabajo.

En trabajos similares, Vidal (2019) no encontró diferencias significativas en los efectos de las densidades de siembra el cultivo de betarraga; donde, las densidades fueron, 71,428, 83,333, 100,000 y 125,000 plantas ha<sup>-1</sup>. Por otra parte, Quispe (2021)

realizó trabajo de investigación del efecto de densidad de siembra en cultivo de remolacha o betarraga (*Beta vulgaris*); reportó que entre las densidades en mención no hubo ninguna significancia estadística; las densidades de siembra fueron: 20, 25, 30 y 35 cm entre plantas con 40 cm entre surcos.

**Tabla 4**

*Análisis de varianza de longitud de raíz de betarraga correspondiente a densidades y niveles de fertilización orgánico mineral, Canaán, 2750 msnm.*

<b>F. variación</b>	<b>G. L</b>	<b>S. C</b>	<b>C. M</b>	<b>Fc</b>	<b>p-valor</b>
Bloques	2	0.67	0.335	1.69	0.2060 ns
Densidad (D)	2	6.21	3.11	15.70	0.0001 **
Fertilización (F)	3	10.75	3.58	18.12	<0.0001 **
Interacción (D*F)	6	1.17	0.20	0.99	0.4589 ns
Error	22	4.35	0.20		
Total	35	23.15			

C. V (%): 7.07

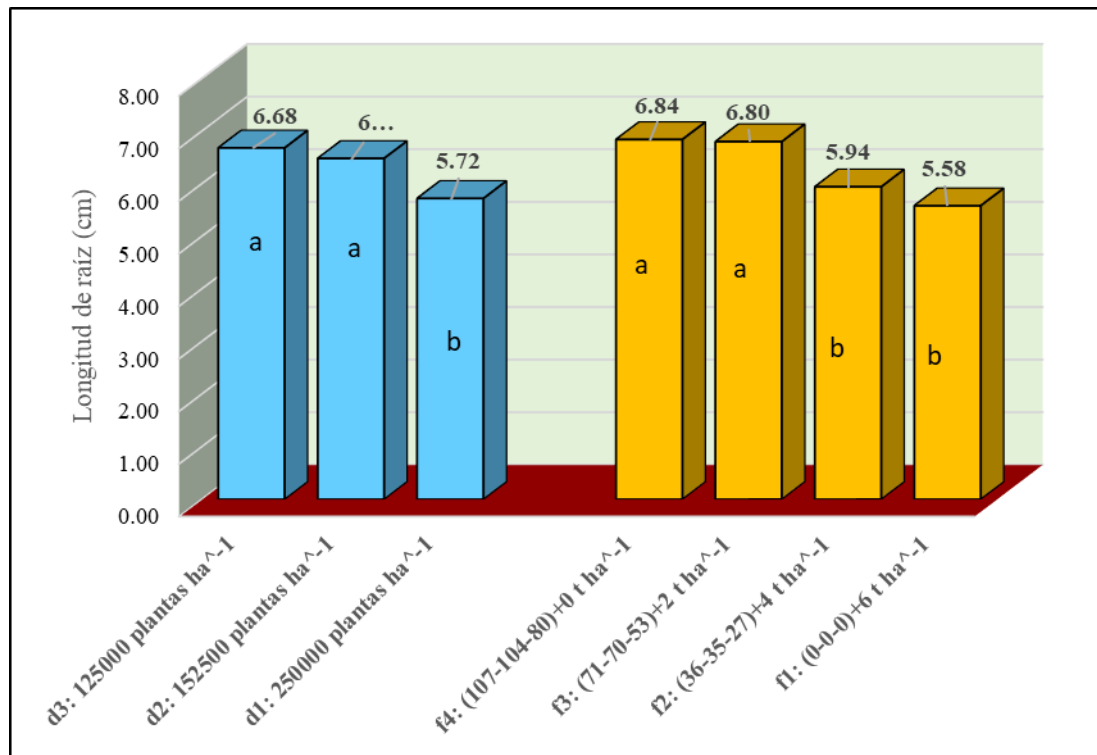
En la Figura 2 (Prueba de Tukey), con la densidad 125,000 y 152,500 plantas ha<sup>-1</sup> se encontraron longitud de raíz similar estadísticamente, 6.68 y 6.48 cm, respectivamente. Según el efecto de las fórmulas de abonamiento, con 107-104-80 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O + 0 t ha<sup>-1</sup> de abono orgánico, se encontró 6.84 cm; no obstante, este no defiere estadísticamente de la influencia de fórmula 71-70-53 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O + 4 t ha<sup>-1</sup> de abono orgánico (6.80 cm), es decir, entre estos solo observamos diferencias numéricas. Según este análisis, se evidenció que a mayor densidad de plantas las raíces de betarraga tuvieron menor longitud.

Las investigaciones que se reportan a continuación, reportan mayores longitudes de raíz o diámetro polar como señala Vidal (2019) que realizó trabajo de investigación del efecto de las distintas densidades de siembra en el cultivo de betarraga; donde reportó una longitud o diámetro polar máxima de 9.09 cm con una densidad de siembra 71,428 plantas ha<sup>-1</sup>, no obstante, este no defirió del resto de los tratamientos. Referente a las fórmulas de fertilización de N-P-K, Sopan (2019) realizó trabajo de investigación en la influencia de nitrógeno, fósforo y potasio en el rendimiento de

betarraga donde reportó diámetro polar o longitud de la raíz máxima de 9.20 cm, con nivel de NPK 140-120-160. En este trabajo no se utilizaron ninguna fuente de abonamiento orgánico.

**Figura 2**

*Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales de longitud de raíz de betarraga en densidades y fertilización orgánico mineral. Canaán, 2750 msnm.*



Densidad de plantas

Fórmulas de fertilización

Cuando se utilizó estudio el efecto de abono orgánico en el rendimiento de beterraga (*Beta vulgaris* L.), Apaza y Villacorta (2019) reportaron que las respuestas fueron similares entre los tratamientos (testigo, humus de lombriz, Bocashi y compost), no obstante, el mayor promedio de longitud de la raíz fueron los tratados con compost, cuyo valor alcanzado fue 13.9 cm, este valor es superior al encontrado en Canaán.

**Rendimiento de raíces**

En la Tabla 5 se muestra análisis de varianza de rendimiento de raíces del cultivo de betarraga, donde se observa a los efectos principales densidad y fertilización no se

encontraron significativos; es decir, los factores de estudio influyeron de manera favorable en el rendimiento. En esta variable se encontró 14.11% de coeficiente de variación, lo cual indica precisión y confiabilidad en los resultados.

### Tabla 5

*Análisis de varianza de rendimiento de raíz de betarraga correspondiente a densidades y niveles de fertilización orgánico mineral, Canaán, 2750 msnm*

F. variación	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloques	2	154912093.46	77456046.73	3.38	0.0526 ns
Densidad (D)	2	149358396.71	74679198.36	3.26	0.0577 ns
Fertilización (F)	3	621793067.35	207264355.78	9.04	0.0004 **
Interacción (D*F)	6	54275527.66	9045921.28	0.39	0.8746 ns
Error	22	504470324.58	22930469.30		
Total	35	1484809409.76			

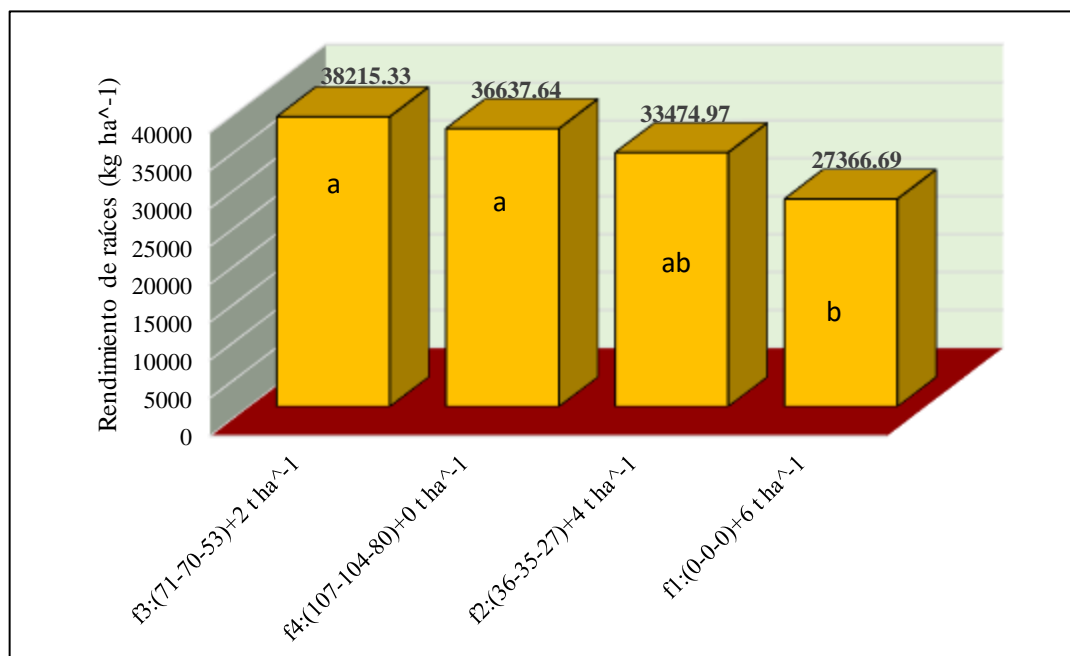
C. V (%): 14.11

Según la comparación de medias (Tukey) de la Figura 3 en función del efecto de los niveles de fertilización; se encontró 38,215.33 kg ha<sup>-1</sup> de rendimiento con 71-70-53 NPK + 2 t ha<sup>-1</sup> de abono orgánico, superando 00-00-00 de NPK y 6 t ha<sup>-1</sup> en 39.64%. No obstante, f3 en comparación con los niveles f4 y f2 no mostró diferencia significativa.

En trabajos similares, reportaron rendimientos menores a los que se reporta en Canaán, como Vidal (2019) que estudió el efecto de las distintas densidades de siembra en el cultivo de betarraga donde reportó rendimiento por hectárea de 28,510.417 kg con la alta densidad equivalente a 100,000 plantas ha<sup>-1</sup>. Mientras, con la densidad menor de 71,428 plantas ha<sup>-1</sup> encontró una respuesta de 23,548.919 kg. Según estos reportes, la alta densidad influyo positivamente en el rendimiento de raíces. En otro trabajo, Quispe (2021) realizó trabajo de investigación del efecto de densidad de siembra en cultivo de remolacha forrajera (*Beta vulgaris*) donde reportó un rendimiento de 18.12 t ha<sup>-1</sup> con más baja (35 x 40 cm), equivalente a 71,428 plantas ha<sup>-1</sup>, rendimientos que son menores a los logrados en Canaán.

**Figura 3**

Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales de rendimiento de raíz de betarraga en densidades y fertilización orgánico mineral- Canaán, 2750 msnm.



Pacheco y Lizárraga (2022) realizaron trabajo de investigación del efecto de densidades de siembra y abono orgánico en el rendimiento de betarraga reportaron un rendimiento de 35.46 t ha<sup>-1</sup> en la variedad Early Wonder Tall Top con una densidad 0.40 x 0.15 m, equivalente a 166,667 plantas ha<sup>-1</sup>. Mientras, con una densidad de 100,000 plantas ha<sup>-1</sup>, reportaron rendimiento de 19.54 t ha<sup>-1</sup>. Estos reportes se asemejan a los resultados obtenidos en C. E. Canaán, donde los rendimientos fueron altos (38 t/ha) a medida que la densidad incrementaba, superior a los logrados por el mencionado autor.

Referente a las fórmulas de fertilización de N-P-K, Sopan (2019) realizó trabajo de investigación en la influencia de nitrógeno, fósforo y potasio en el rendimiento de betarraga; donde reportó rendimiento máximo de 31,098.31 kg ha<sup>-1</sup>, con nivel de NPK 140-120-160; mientras en el testigo, el rendimiento fue 20,352.86 kg ha<sup>-1</sup>. En este trabajo no se utilizaron ninguna fuente de abonamiento orgánico. Asimismo, Córdova (2021) investigó efecto de las dosis de NPK en la productividad de *Beta vulgaris*, quien reportó rendimiento de raíces de 17.28 t ha<sup>-1</sup> con 120-150-60 de

fertilización, lo cual fue rendimiento más alto alcanzado en este trabajo. Los rendimientos de estos dos autores son inferiores a los logrados en Canaán.

García et al. (2019) reportaron rendimientos de 41.8 y 41.5 t ha<sup>-1</sup> en el cultivo de betarraga, reporte correspondiente a los años 2010 y 2011. Estos rendimientos fueron obtenidos bajo el efecto de fertilización de nitrógeno y fósforo, 150-0-0 y 250-100-0, respectivamente, concluyeron que no hubo diferencias en el rendimiento entre las dosis de fertilización N-P, aunque fueron superiores respecto al testigo; el resultado de este autor es superior al logrado en Canaán. Domínguez (2002), luego de realizar evaluación de diez niveles de fertilización en el rendimiento de betarraga, concluye que, desde el punto de vista económico, la mejor alternativa de fertilización para los productores sería el uso del nivel 140-206-180 kg ha<sup>-1</sup> de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O

Felczynski y Elkner (2008) en betarraga roja, demostraron que el tratamiento con fertilizantes minerales aplicados en las dosis más bajas (N - 60, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 30, K<sub>2</sub>O - 70 kg·ha<sup>-1</sup>) dio como resultado rendimientos comerciales relativamente altos de raíces bien coloreadas con un alto contenido de betanina, así como un bajo nivel de nitratos. Sin embargo, el rendimiento comercial de las raíces de remolacha disminuyó a medida que estos fertilizantes se aplicaron en dosis más altas. En trabajos de evaluación de fertilización en remolacha azucarera, Hlisnikovský et al. (2021) menciona que la aplicación de fertilizantes minerales aumentó significativamente la remolacha y el rendimiento máximo en comparación con el control sin fertilizar. Según los resultados, una dosis adecuada de N es 112 kg ha<sup>-1</sup> con un rendimiento correspondiente de 66 t ha<sup>-1</sup>. Este resultado tuvo en cuenta los rendimientos medios de los años, incluidas las condiciones climáticas estándar e inadecuadas.

### ***Correlación de las variables***

Podemos destacar que en este trabajo de investigación no se encontraron correlación alta del rendimiento y con longitud y diámetro de raíz. La correlación entre diámetro y longitud de raíz resultaron altas, 0.873; por lo tanto, entre estos existe grado de asociación alta y una relación directamente proporcional, es decir, a mayor longitud el diámetro también se incrementa, y viceversa. También existe alta correlación entre diámetro de raíz y altura de la planta, 0.81.

## **CONCLUSIONES**

De acuerdo a los resultados obtenidos se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. La densidad de plantas de 250,000 plantas ha<sup>-1</sup> alcanzó el mayor rendimiento de beterraga con 41,867.0 kg ha<sup>-1</sup>, con la densidad 125,000 plantas ha<sup>-1</sup> se encontró 8.21 cm en diámetro y 6.68 cm en longitud de raíz. Mayor tamaño de raíces reservantes se obtuvo con la menor densidad de plantas, pero, los rendimientos mas altos se obtuvieron con la mayor densidad de plantas.
2. La formula de abonamiento 71-70-53 NPK + 2 t ha<sup>-1</sup> (Mallki) en promedio de densidad de plantas reportó rendimiento de 38,215.33 kg ha<sup>-1</sup> que fue similar a la formula de abonamiento 107-104-80 NPK +0 t ha<sup>-1</sup> y 36-35-27 NPK + 4 t ha<sup>-1</sup> que reportó 36,637.64 kg ha<sup>-1</sup> y 33,474.97 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente; la formula de abonamiento 107-104-80 NPK + 0 t ha<sup>-1</sup> presentó raíces con 8.19 cm de diámetro y 6.84 cm de longitud.

## **Recomendaciones**

1. Utilizar la fórmula de abonamiento organico-mineral para obtener mayor rendimiento de raíces en beterraga para condiciones de similares a Canaán – Ayacucho.
2. Utilizar menor densidad de plantas en el cultivo de beterraga para obtener mayor tamaño de raices de beterraga.
3. Realizar la réplica de este trabajo de investigación en condiciones edafoclimáticos similares con la finalidad de comprobar los resultados obtenidos.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias y Escuela Profesional de Agronomía, por haberme brindado su apoyo y las facilidades para mi formación y obtención de la tesis.

Al personal del Centro Experimental Canaán de la Escuela Profesional de Agronomía por su apoyo en las labores de campo durante la conducción del presente trabajo de investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, R. y Veliz, J. (2015). *Microencapsulación del extracto de betanina del Beta vulgaris por atomización y evaluación de sus propiedades funcionales como colorante natural*. Tesis Universidad Nacional del Centro del Perú. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1930/Alvarez%20Orrello%20-%20Veliz%20Espiritu.pdf;jsessionid=15954A1515705C8ADD3BD6E51F4DF8ED?sequence=1>
- Apaza, O. H., & Villacorta, M. W. B. (2019). Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de beterraga (*Beta vulgaris* L.) en la Estación Experimental de Patacamaya. *Apthapi*, 5(3), 1704-1711.
- Córdova, G. C. (2021). “Efecto de la aplicación tardía de tres dosis de N-P2O5-K2O, foliar, cultivo Remolacha Azucarera (*Beta vulgaris* L.) desarrollado en Puna; Caserío de Ururupa alto, Provincia de Santiago de Chuco, Departamento La Libertad” Tesis de pregrado. Universidad Privada Antenor Orrego. [https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/7700/REP\\_CIRILO.GARCIA\\_APLICACION.TARDIA.DE.TRES.DOSIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/7700/REP_CIRILO.GARCIA_APLICACION.TARDIA.DE.TRES.DOSIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Domínguez, A. F. (2002). *Evaluación de diez niveles de fertilización en el cultivo de remolacha (Beta vulgaris) en la zona de La Esperanza, Intibucá, Honduras, 2002*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Agricultura. [http://www.fhia.info/downloads/informes\\_tecnicos/it2002laesperanza.PDF#page=5](http://www.fhia.info/downloads/informes_tecnicos/it2002laesperanza.PDF#page=5)
- Felczyński, K., & Elkner, K. (2008). Effect of long-term organic and mineral fertilization on the yield and quality of red beet (*Beta vulgaris* L.). *Vegetable Crops Research Bulletin*, 68, 111–125. <https://doi.org/10.2478/v10032-008-0010-7>
- García, N. M., Cisneros López, M. E., Franco, A. D., Ramírez, M. E., Ortiz Cháirez, F. E., & Valencia Botín, A. J. (2019). Chemical fertilization in sugar beet

(*Beta vulgaris* L.) in the north of Tamaulipas. *Terra Latinoamericana*, 37(1), 15–25. <https://doi.org/10.28940/terra.v37i1.390>

Hlisnikovský, Luk'as, Ladislav Menšík, Kateřina Křížová, & Kunzová, E. (2021). The Effect of Farmyard Manure and Mineral Fertilizers on Sugar Beet Beetroot and Top Yield and Soil Chemical Parameters. *Agronomy*, 11(1), 133–133. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010133>

Manga B., M. (2022). *Efecto de densidad de siembra y fuentes de abonamiento orgánico en producción de dos variedades de beterraga (Beta vulgaris L.), en Oropesa- Quispicanchi-Cusco*. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. [https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6620/253T2\\_0220150\\_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6620/253T2_0220150_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Muñoz, A. (2006). *Efecto de la densidad de siembra de un cultivar de Beta vulgaris L. subsp. esculenta . var. Early Wonder Tall Top (betarraga), cultivado en el fundo UNAP - Iquitos*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Agronomía. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4509>

Pacheco, D. F., & Lizárraga, A. F. (2022). *Efecto de densidad de siembra y fuentes de abonamiento orgánico en producción de dos variedades de beterraga (Beta vulgaris L.), en Oropesa- Quispicanchi-Cusco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco]. [https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6620/253T2\\_0220150\\_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6620/253T2_0220150_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Quispe, E. C. (2021). *Efecto de densidad de siembra en la producción de remolacha forrajera (Beta vulgaris l. ssp. vulgaris var. Blanca Cuello Verde), en el Municipio Inquisivi* Tesis de pregrado. Universidad Mayor de San Andrés. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/25863/TD-2872.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sopan, H. R. (2019). *Influencia de la fertilización con N-P-K en el rendimiento del cultivo de remolacha de mesa (Beta vulgaris) Var. Early Wonder en*

*condiciones agroecológicas de Huacrachuco Marañón 2018* Tesis de pregrado. Universidad Nacional Hermilio Valdizán De Huánuco. <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/4372/TAG00775S67.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vidal, R. J. (2019). *Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento del cultivo de la betarraga (Beta vulgaris L.) variedad detroit, en condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco – Huanuco 2018* Tesis de pregrado. Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco. <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/5385/TAG00826V63.pdf?sequence=1&isAllowed=y>