

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS:**

**Densidad de siembra y niveles de potasio en el rendimiento de la  
zanahoria (*Daucus carota* L.) en Canaán, 2750 msnm, Ayacucho - 2023**

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

PRESENTADO POR:  
**Bach. Ronald Klinsmam HUALLPA MUCHA**

ASESOR:  
**M.Sc. Walter Augusto MATEU MATEO**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2025**

## DEDICATORIA

*A mis amados padres, el Sr. Asunción y la Sra. Leonora, por brindarme siempre su apoyo, sus sabios consejos, su motivación y su amor, que me impulsaron a alcanzar mis metas y hacer realidad mi sueño.*

*A mis apreciados hermanos: Jhorles y Yaks por estar siempre presentes brindándome su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios, consejo, motivación y amor fraternal.*

*A mis amigos y compañeros, por compartir conmigo sus saberes, alegrías y momentos difíciles a lo largo de mi etapa como estudiante universitario.*

## **AGRADECIMIENTO**

A mi querida Alma Mater, la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por refugiarme en sus aulas y brindarme la formación profesional que me permite hoy servir a la sociedad.

A la Facultad de Ciencia Agrarias en especial docentes de la Escuela Profesional de Agronomía, quienes asistieron mi formación profesional, brindándome su enseñanza y compartiendo sus experiencias.

A mi asesor, M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo, docente de la Facultad de Ciencias Agrarias, por su valiosa guía, acompañamiento y apoyo durante la elaboración y ejecución de este trabajo de investigación.

A todas aquellas personas y amistades que de alguna u otra manera contribuyeron en la ejecución del presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	ii
ÍNDICE GENERAL .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	ix
RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>4</b>
<b>1. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
1.1. Antecedentes de investigación .....	4
1.2. Cultivo de zanahoria .....	6
1.2.1. Origen y distribución .....	6
1.2.2. Clasificación taxonómica .....	7
1.2.3. Características botánicas .....	7
1.2.4. Importancia del cultivo .....	8
1.2.5. Características .....	8
1.2.6. Morfología de la zanahoria .....	9
1.2.7. Requerimiento nutricional .....	11
1.2.8. Requerimientos edafoclimáticos .....	13
1.2.9. Principales plagas .....	15
1.2.10. Principales enfermedades .....	17
1.2.11. Manejo agronómico .....	18

1.3.	Mineral potasio .....	21
1.3.1.	Definición .....	21
1.3.2.	Función .....	22
1.3.3.	Síntomas de deficiencia de potasio.....	22
1.3.4.	Importancia.....	22
1.3.5.	Principales productos.....	22
<b>CAPÍTULO II.....</b>		<b>24</b>
<b>2.</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>24</b>
2.1.	Características del terreno experimental.....	24
2.1.1.	Ubicación.....	24
2.1.2.	Antecedentes del campo experimental .....	24
2.1.3.	Condiciones edáficas .....	24
2.2.	Características climáticas.....	25
2.3.	Material genético .....	28
2.4.	Materiales y equipos .....	28
2.4.1.	Materiales e insumos .....	28
2.4.2.	Equipos .....	28
2.5.	Diseño experimental .....	28
2.5.1.	Factores de estudio .....	29
2.5.2.	Tratamientos .....	30
2.6.	Descripción del campo experimental.....	31
2.6.1.	Bloques .....	31
2.6.2.	Parcelas .....	31
2.6.3.	Área del experimento.....	31
2.7.	Croquis y randomización del campo experimental.....	32

2.8.	Instalación y conducción del experimento.....	32
2.9.	Variables a evaluar .....	35
<b>CAPITULO III .....</b>		<b>37</b>
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>37</b>
3.1.	Variables de precocidad .....	37
3.1.1.	Número de días de siembra a cosecha .....	37
3.2.	Variables de rendimiento .....	38
3.2.1.	Altura de la planta.....	38
3.2.2.	Longitud de raíz.....	41
3.2.3.	Diámetro de raíz .....	45
3.2.4.	Grados brix .....	48
3.2.5.	Materia seca (%).....	51
3.2.6.	Rendimiento (kg/ha).....	54
3.3.	Correlación de las variables .....	58
<b>CAPITULO IV .....</b>		<b>59</b>
<b>4.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>59</b>
4.1.	Conclusiones .....	59
4.2.	Recomendaciones .....	59
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>60</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>65</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.1</b> Extracción de nutrientes de la zanahoria para un rendimiento de 49.7 tn-7ha. 12	
<b>TABLA 1.2</b> Extracción de nutrientes para rendimientos superiores a 50 tn/ha de zanahoria .....	13
<b>TABLA 1.3</b> Principales fuentes de productos potásicos utilizados en la agricultura.....	22
<b>TABLA 1.4</b> Composición química de cloruro de potasio .....	23
<b>TABLA 1.5</b> Composición química de abono terrasur .....	23
<b>TABLA 2.1</b> Características fisicoquímicas del suelo de centro experimental de canaán 2750 msnm. ....	25
<b>TABLA 2.2</b> Datos meteorológicos: temperaturas (máxima, mínimo y promedio), precipitación y balance hídrico. ....	27
<b>TABLA 2.3</b> Tratamientos estudiados .....	30
<b>TABLA 3.1</b> Días después de la siembra del cultivo de zanahoria después de la siembra. canaán-ayacucho .....	37
<b>TABLA 3.2</b> Análisis de varianza de altura promedio de la planta de zanahoria, bajo el efecto de densidades de siembra y niveles de potasio. canaán-ayacucho. ....	38
<b>TABLA 3.3</b> Análisis de varianza de longitud promedio de raíz de la planta de zanahoria, bajo el efecto de densidades de siembra y niveles de potasio. canaán-ayacucho. ....	41
<b>TABLA 3.4</b> Análisis de varianza del diámetro promedio de raíz de zanahoria, bajo el efecto de densidades de siembra y niveles de potasio. canaán-ayacucho .....	45
<b>TABLA 3.5</b> Análisis de varianza de grados brix promedio de raíz de zanahoria, bajo efecto de densidades de siembra y niveles de potasio. canaán – ayacucho. ....	48
<b>TABLA 3.6</b> Análisis de varianza de materia seca promedio de zanahoria, bajo el efecto de densidades de siembra y niveles de potasio, canaán – ayacucho. ....	51
<b>TABLA 3.7</b> Análisis de varianza de rendimiento promedio de zanahoria, bajo el efecto de densidades de siembra y niveles de potasio. canaán – ayacucho. ....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 2.1</b> Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico de la campaña agrícola 2022-2023 según la estación meteorológica de inia- ayacucho ombrotérmico: t° vs pp. Y balance hídrico .....	27
<b>FIGURA 2.2</b> Randomización del campo experimental .....	32
<b>FIGURA 3.1</b> Comparación de medias (tukey, 0.05) de los efectos principales de densidad y niveles de potasio en altura promedio de la planta.....	39
<b>FIGURA 3.2</b> Modelos del efecto de densidad de siembra y niveles de potasio en altura de zanahoria .....	40
<b>FIGURA 3.3</b> Comparación de medias (tukey, 0.05) de los efectos principales de densidad y niveles de potasio en longitud promedio de raíz de zanahoria.....	42
<b>FIGURA 3.4</b> Modelos del efecto de densidad de siembra y niveles de potasio en longitud promedio de raíz de zanahoria .....	44
<b>FIGURA 3.5</b> Comparación de medias (tukey, 0.05) del efecto principal de densidad de siembra en diámetro promedio de raíz de zanahoria.....	46
<b>FIGURA 3.6</b> Modelos del efecto de densidad de siembra y niveles de potasio en diámetro promedio de raíz de zanahoria .....	47
<b>FIGURA 3.7</b> Comparación de medias (tukey, 0.05) del efecto principal de niveles de potasio en grados brix promedio de raíz de zanahoria.....	49
<b>FIGURA 3.8</b> Modelos del efecto de densidad de siembra y niveles de potasio en grados brix promedio de raíz de zanahoria. ....	50
<b>FIGURA 3.9</b> Comparación de medias (tukey, 0.05) del efecto principal de niveles de potasio en materia seca promedio de raíz de zanahoria.....	52
<b>FIGURA 3.10</b> Modelos del efecto de densidad de siembra y niveles de potasio en materia seca promedio de zanahoria .....	53
<b>FIGURA 3.11</b> Comparación de medias (tukey, 0.05) del efecto principal de niveles de potasio en rendimiento promedio de raíz de zanahoria.....	55
<b>FIGURA 3.12</b> Modelos del efecto de densidad de siembra y niveles de potasio en rendimiento promedio de zanahoria.....	56
<b>FIGURA 3.13</b> Coeficientes de correlación de las variables .....	58

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO 1</b> Panel fotográfico .....	65
<b>ANEXO 2</b> Análisis de caracterización de suelo del Centro Experimental Canaán – UNSCH .....	70
<b>ANEXO 3</b> Cronograma de actividades comprendidos de abril a noviembre del 2023 .....	71
<b>ANEXO 4</b> Datos evaluados en el campo .....	71
<b>ANEXO 5</b> Datos ordenados de los resultados .....	74

## RESUMEN

En la región, los bajos rendimientos de zanahoria se deben a suelos poco fértiles, manejo agronómico deficiente y baja densidad de plantas; por ello, este trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la densidad de siembra y niveles de abonamiento potásico en el rendimiento de la zanahoria (*Daucus carota* L.) en condiciones agroecológicas de Canaán. El ensayo se realizó de junio a octubre de 2023 en el Centro Experimental de Canaán de Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, evaluando tres densidades de siembra (3, 5 y 7 kg/ha) y cuatro niveles de potasio (0, 70, 140 y 210 kg/ha), usando 2 t/ha de Terrasur como abono de fondo. Se empleó un diseño de parcelas divididas en bloque completo al azar con arreglo factorial (3D) × (4K), con 12 tratamientos, 3 repeticiones y 36 unidades experimentales. Los resultados mostraron que la densidad de 3 kg/ha produjo el mayor rendimiento (92,049.89 kg/ha), diámetro de raíz (4.07 cm) y longitud de raíz (11.87 cm), aunque presentó menor altura de planta (41.88 cm). El nivel de potasio de 140 kg/ha fue superior en rendimiento (91,396.62 kg/ha), longitud de raíz (11.45 cm) y diámetro de raíz (3.81 cm), mientras que el nivel de 210 kg/ha alcanzó los valores más altos de sólidos solubles (8.22 °Brix) y materia seca (11.68%).

**Palabras clave:** *Daucus carota*, densidad de siembra, niveles de potasio.

## ABSTRACT

In the region, low carrot yields are due to infertile soils, poor agronomic management, and low plant density. Therefore, this research study aims to evaluate planting density and potassium fertilization levels on carrot (*Daucus carota*) yield under the agroecological conditions of Canaán. The trial was conducted from June to October 2023 at the Canaán Experimental Center of the Faculty of Agricultural Sciences, National University of San Cristóbal de Huamanga, evaluating three planting densities (3, 5, and 7 kg/ha) and four potassium levels (0, 70, 140, and 210 kg/ha), using 2 t/ha of Terrasur as base fertilizer. A randomized complete block split-plot design with a (3D) × (4K) factorial arrangement was used, with 12 treatments, 3 replicates, and 36 experimental units. The results showed that a density of 3 kg/ha produced the highest yield (92,049.89 kg/ha), root diameter (4.07 cm), and root length (11.87 cm), although it also had a lower plant height (41.88 cm). The potassium level of 140 kg/ha was higher in yield (91,396.62 kg/ha), root length (11.45 cm), and root diameter (3.81 cm), while the level of 210 kg/ha achieved the highest values for soluble solids (8.22 °Brix) and dry matter (11.68%).

**Keywords:** *Daucus carota*, planting density, potassium levels.

## INTRODUCCIÓN

La zanahoria es una planta herbácea que pertenece a la familia Apiaceae y tiene su origen en el centro de Asia. Desde allí se difundió hacia Europa y la región del Mediterráneo. En los últimos años, este cultivo ha experimentado un notable incremento tanto en superficie cultivada como en producción. Gracias a su alto valor nutricional, se ha convertido en una de las hortalizas muy cultivadas a nivel mundial, siendo Asia el principal productor, seguida por Europa y Estados Unidos (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021). Además, posee un elevado contenido de caroteno, fibra, azúcar y minerales esenciales como calcio y fósforo.

En Perú, la zanahoria se cultiva en los valles de la costa y en los valles interandinos de la sierra, destacando como principales departamentos productores Arequipa, Lima, Junín, Cusco y La Libertad. En 2020, la superficie cultivada se estimó en aproximadamente 7,617 hectáreas, con una producción total de 192,126 toneladas, representando una productividad promedio nacional de 25,2 t/ha. En cuanto al consumo per cápita, se estima de 6,8 kg por persona al año. (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021).

Un adecuado espaciamiento de siembra facilita que el cultivo crezca en condiciones óptimas, evitando la competencia por nutrientes y el estrés causado por la falta de espacio para su desarrollo (Yance Alvarado, 2018). Asimismo, cuando las zanahorias se siembran a alta densidad, germinan y desarrollan raíces comestibles, pero estas tienden a ser de menor tamaño, menos dulces y no mantiene uniformidad, resultando en raíces pequeñas, medianas y algunas grandes. (Mundo Huerto, s/f).

La deficiencia de potasio en el suelo reduce de manera significativa el rendimiento de la zanahoria, debido a que esta planta tiene altas demandas de este nutriente, el cual absorbe en mayor cantidad, seguido por nitrógeno y fósforo. El potasio contribuye al aumento

del contenido de azúcares y a la mejora de otras características cualitativas, debiendo mantenerse en equilibrio con el nitrógeno (Miculax, 2014). Además, el potasio participa en la transpiración, el crecimiento del tejido meristemático, la formación de azúcares y almidón, la síntesis de proteínas y la regulación de la absorción y función de otros minerales. Su deficiencia provoca una reducción en el rendimiento del cultivo (Armadans et al., 2017).

El cultivo de zanahoria, al igual de la mayoría de las hortalizas, se beneficia notablemente de la aplicación de materia orgánica en sus diversas formas. La fertilización orgánica consiste en incorporar al suelo distintos materiales orgánicos, ya sea completamente descompuestos o en proceso de descomposición (Rodríguez, 2012).

Es muy importante realizar estudios de investigación para conocer la productividad del cultivo a distintas densidades de siembra y variados niveles de potasio. Esto nos permitirá encontrar un top de densidad siembra y un adecuado de nivel de potasio en condiciones de nuestra región donde existan mejores rendimientos y una mejor calidad en la producción.

### **Objetivo general**

Determinar el efecto de la densidad de siembra y niveles de potasio en el rendimiento de la Zanahoria (*Daucus carota* L.) en condiciones de Canaán, 2750 m.s.n.m., Ayacucho, 2023.

### **Objetivo específico**

1. Determinar el efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de la zanahoria (*Daucus carota* L.).
2. Determinar el efecto de los niveles de potasio en el rendimiento de la zanahoria (*Daucus carota* L.).
3. Determinar el efecto de interacción de la densidad de siembra y niveles de potasio en el rendimiento de la zanahoria (*Daucus carota* L.).

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO

#### 1.1. Antecedentes de investigación

Quillahuaman (2022), hizo una investigación de “comparativo de tres niveles de fertirrigación potásica en el rendimiento de zanahoria (*Daucos carota L.*)”. En cuanto a los tratamientos evaluó tres dosis de fertilización potásica (300, 350 y 400). De los resultados obtenidos, el tratamiento que mostró el mayor rendimiento fue el “C”, con 97,8 t/ha. Le sigue el tratamiento “B” con 93,9 t/ha, mientras que el tratamiento “A” presentó un rendimiento menor, de 77,8 t/ha. Finalmente, el tratamiento “T” registró el rendimiento más bajo, con 58,8 t/ha.

En resumen, el tratamiento “C”, con un nivel de fertirrigación potásica de 400 kg/ha, obtuvo el mayor rendimiento, alcanzando 97,8 t/ha.

Habtamu & Mnuyelet (2021) en la investigación “Influencias del espaciamiento en el rendimiento y el tamaño de la raíz de zanahoria (*Daucus carota L.*)” el rendimiento de raíces aumentó significativamente a medida que aumentaba la población. En contrario, el tamaño de la raíz disminuyó significativamente a medida que la población aumentó. El resultado del análisis indicaron que el espacio más estrecho hileras de 10 cm × 4 m en camellón y entre plantas, respectivamente, que alberga 1.250.000 plantas ha<sup>-1</sup> dio un rendimiento de raíz de zanahoria comercializable significativamente más alto de 26 t ha<sup>-1</sup> seguido de 22,6 t ha<sup>-1</sup> con espaciamiento de 20 cm × 4 cm que alberga 1.000.000 de plantas ha<sup>-1</sup>, pero produjo el peso de raíz individual más pequeño de 83 g que se prefiere sobre todo para el consumo doméstico a diferencia de raíces gigantes. Por lo tanto, en términos de tamaños de raíz y

comercializable rendimiento, el estudio actual identificó que el espaciamiento de 10 cm × 4 cm es óptimo en la producción de zanahorias.

Thapa & Bhandari (2023) realizaron el experimento “Efecto de diferentes niveles de potasio y boro en el crecimiento, el rendimiento y la calidad de las zanahorias”. El tratamiento constaba de tres niveles diferentes de potasio (es decir, 0, 50 y 100 kg/ha) y cuatro niveles diferentes de boro (es decir, 0, 1,1, 2,2 y 3,3 kg/ha). Los resultados que obtuvieron fue lo siguiente: la altura máxima de planta (51,67 cm), número de hojas (11,55), longitud de raíz (19,37 cm), diámetro de raíz (4,81 cm), peso fresco de hojas (81,11 g), peso fresco de raíces (207,66 g) y rendimiento por parcela (11,10 kg) con la aplicación de Potasio 100 kg/ha y Boro 3,3 kg/ha. Además, el valor máximo de parámetros de calidad como SST (11,50 °B), contenido de caroteno (6,367 mg/100 g) y contenido de ácido ascórbico (3,720 mg/100 g) también se observó con un aumento en los niveles de potasio y boro. Teniendo en cuenta estos efectos positivos y beneficiosos de los niveles óptimos de potasio y boro, se puede concluir que la aplicación de 100 kg/ha de potasio y 3,3 kg/ha de boro resultó beneficiosa para la producción de zanahorias.

Betelhem (2021) evaluó “Efecto del cloruro de potasio y la ceniza de estiércol de ganado en el crecimiento, el rendimiento y la calidad de la zanahoria (*Daucus carota* L.)”. Los tratamientos consistieron en combinaciones factoriales de cuatro niveles de KCl (0, 50, 100 y 150 kg ha<sup>-1</sup>) y cuatro niveles de CDA (0, 10, 20, 30 t ha<sup>-1</sup>). Los resultados indicaron que la aplicación combinada de 50 kg ha<sup>-1</sup> de KCl y 10 t ha<sup>-1</sup> de CDA resultó en la mayor altura de planta (34,55 cm), número de hojas (13,57), rendimiento de raíces (22,15 t ha<sup>-1</sup>), y la longitud de raíz más larga (11,44 cm) en comparación con el testigo. El uso combinado de KCl y CDA no fue significativo (P>0.05) para el número de raíces comercializables, el

rendimiento de raíces comercializables y el sólido soluble total (TSS). Sin embargo, la aplicación de CDA proporcionó resultados significativos ( $P < 0.05$ ) en estos parámetros. En consecuencia, se registró el mayor número de raíces comercializables (44,67), rendimiento de raíces comercializables (1,36 kg) y SST de (8,22) debido a la aplicación de CDA a razón de  $10 \text{ t ha}^{-1}$ . Además, la aplicación combinada de  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de KCl y  $10 \text{ t ha}^{-1}$  de CDA resultó en el mayor beneficio neto (181.540,00 Birr etíopes  $\text{ha}^{-1}$ ) con una tasa marginal de retorno (MRR) de 958,824 %. Así, el estudio concluyó que el uso combinado de KCl y CDA a razón de  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  y  $10 \text{ t ha}^{-1}$ , respectivamente, podría ser más productivo y económicamente ventajoso.

## **1.2. Cultivo de zanahoria**

### **1.2.1. Origen y distribución**

Según la Cámara de Comercio de Bogotá (2015), la zanahoria proviene de formas silvestres originarias del centro de Asia, África y la región del Mediterráneo (p. 10). Se considera que Afganistán podría ser su centro de origen exacto, ya que allí se encuentra la mayor diversidad de formas silvestres de esta planta (Maroto & Baixauli, 2017, p. 111). Su uso como alimento surge a partir del siglo XVI. Antes de este momento se empleaba únicamente para tratar enfermedades (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015, p. 10).

López (2017) menciona que “el origen doméstico de la zanahoria se remonta al año 3.000 a.C. y los expertos en botánica sitúan geográficamente este origen en Afganistán, debido a la gran diversidad de variedades que existían en esta zona”.

Según el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2021), la zanahoria se encuentra entre las hortalizas más cultivadas a nivel mundial, con Asia como el principal productor, seguido de Europa y Estados Unidos. En Perú, su cultivo se desarrolla tanto en los valles de

la costa como en los valles interandinos de la sierra, destacando como principales productores los departamentos de Arequipa, Lima, Junín, Cusco y La Libertad (p.3).

En Perú, la zanahoria se cultiva en aproximadamente 8,000 hectáreas al año, siendo la región Junín donde se concentra la mayor superficie de cultivo. Sin embargo, en importancia de producción, ocupa el cuarto lugar después de la arveja, el maíz, el choclo y la haba (INIA, 2009, p. 1).

### **1.2.2. Clasificación taxonómica**

La clasificación taxonómica de la zanahoria fue escrita por el botánico Carlos Linneo y publicada en el año de 1753 (Rick & Mon, s/f).

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Apiales

Familia: Apiaceae

Género: *Daucus*

Especie: *Daucus carota*

Nombre común: Zanahoria

### **1.2.3. Características botánicas**

Según Morales (1995), la zanahoria (*Daucus carota L.*) pertenece a la familia botánica apiaceae, en la cual el género *Daucus* incluye a unas 60 especies. La zanahoria para consumo humano es la *Daucus carota* var. *sativus*, una variedad botánica dentro de la especie (p. 7).

Son plantas alógamas que pueden alcanzar hasta 1,6 m de altura, con raíces de tipo napiforme o fusiforme, que pueden ser cilíndricas, cónicas o redondeadas, y de color blanco, amarillo rojizo o anaranjado. Los tallos son solitarios, erectos, cilíndricos, estriados, ásperos y muy ramificados (Laserna S. & Laserna J., s/f).

#### **1.2.4. Importancia del cultivo**

Para Tinoco (2020), la zanahoria es un vegetal de raíz cultivado en diversas regiones del mundo por su valor económico y nutritivo. Es apreciada por su contribución nutricional para los seres humanos. Por otro lado, son conocidas por su alto contenido de betacarotenos y fibra, que son precursores de la vitamina A en el cuerpo humano. La vitamina A es fundamental para la visión, el crecimiento y desarrollo, además de ser necesaria para mantener un sistema inmunológico saludable. El betacaroteno también tiene propiedades antioxidantes que pueden proteger al cuerpo contra el daño causado por los radicales libres (p. 8). “Además, de suministrar los nutrimentos al cuerpo, ofrece energía, como también vitaminas C y E, calcio, compuestos fenólicos y antioxidantes” (Pallo, 2022, p. 6).

La zanahoria (*Daucus carota*) es un alimento que aporta numerosos beneficios para la salud humana. Se puede consumir cruda, cocida, en jugos o en ensaladas, lo que la hace muy versátil en la dieta. Su valor nutricional se debe principalmente a su elevado contenido de beta-caroteno, un precursor de la vitamina A, que contribuye a mejorar la visión, fortalecer el sistema inmunológico y proteger la piel de los daños ocasionados por la radiación solar (Pallo, 2022, p. 14).

#### **1.2.5. Características**

En sus primeras etapas, la zanahoria presenta un tallo corto cercano al suelo. A medida que crece, el tallo se alarga ligeramente y desarrolla una inflorescencia primaria en su

extremo. Sus hojas son pubescentes y con segmentos lobulados, mientras que las flores, pequeñas y blancas, se disponen en umbelas compuestas. Las semillas son diminutas, con un peso que varía entre 0,8 y 3 gramos. La raíz, que es la parte comestible, puede ser redonda o cilíndrica, dependiendo de la variedad, con diámetros de 1 a 10 cm y longitudes de 5 a 50 cm (DANE, 2017, p. 1).

La zanahoria es una especie que desarrolla una cepa alimenticia y un hipocótilo, cuya diferencia se hace evidente durante su crecimiento. La planta puede desarrollarse a cualquier temperatura, con un período de germinación de aproximadamente de 14 a 21 días, aunque es susceptible a enfermedades en cualquier etapa de su desarrollo (Pallo, 2022. p. 5).

La raíz es la parte comestible de la zanahoria, y su color anaranjado depende del contenido de caroteno (provitamina A). El caroteno se acumula principalmente en las células más viejas del floema y del xilema (Oliva, 1987).

#### **1.2.6. Morfología de la zanahoria**

##### **Tallo**

Durante la etapa vegetativa, el tallo de la zanahoria se encuentra muy corto y pegado al suelo, por lo que sus entrenudos no son visibles. En los nudos se localizan las yemas que originan la roseta de hojas. Al iniciarse la etapa reproductiva, los entrenudos se alargan y en el ápice del tallo se desarrolla la inflorescencia primaria. Tanto el tallo como las ramas son ásperos y pubescentes, y una planta puede presentar uno o varios tallos florales, con alturas que varían entre 60 y 200 cm (Maroto & Baixauli, 2017. p. 112).

## **Raíz**

La raíz de la zanahoria está formada por xilema en el interior y floema en el exterior. Una zanahoria de buena calidad es aquella que posee mayor proporción de floema que de xilema, ya que el floema puede acumular más azúcar y caroteno, lo que mejora su sabor y valor nutricional. Las raíces de la zanahoria presentan formas diversas, que van desde redondas hasta cilíndricas, con diámetros que van de 1–2 cm cerca del tallo y pueden alcanzar hasta 10 cm en algunas variedades. Además del color naranja, existen zanahorias blancas, rojas y púrpuras. Las rojas son ricas en licopenos, las naranjas en beta-carotenos, las púrpuras en antocianinas, mientras que las blancas carecen de pigmentos (Maroto & Baixauli, 2017).

## **Inflorescencia**

La inflorescencia de la zanahoria está formada por umbelas. Cada planta presenta una umbela central, correspondiente al tallo principal, y varias umbelas secundarias que pueden extenderse hasta un séptimo orden, siendo estas progresivamente más pequeñas que la central y con un desarrollo más tardío. Una umbela de primer orden puede generar hasta 50 flores y los secundarios de menor número (Maroto & Baixauli, 2017).

## **Flores**

Las flores de la zanahoria son hermafroditas, pequeñas y de color blanco, aunque algunas presentan tonalidades verdes o púrpuras. Cada flor cuenta con 5 sépalos verdes, 5 pétalos, 5 estambres (órganos masculinos que producen polen) y un ovario bilocular con dos estilos. La floración de cada umbela dura entre 7 y 10 días, y la diferencia entre los distintos órdenes de umbelas es aproximadamente de 7 días. En total, la floración de una planta puede extenderse entre 30 y 50 días, según el número de umbelas que presente. La polinización se realiza principalmente por insectos (Maroto & Baixauli, 2017, p. 113).

## **Semilla**

El fruto de la zanahoria es un esquizocarpo, formado por dos aquenios unidos. Cada aquenio corresponde a lo que comúnmente se llama semilla, y su peso varía entre 0,8 y 3 gramos por cada 1.000 semillas (Maroto & Baixauli, 2017, p. 113).

## **Fenología**

Según la variedad y las condiciones climáticas, la zanahoria puede ser de tipo anual o bianual. Ambas clases se cultivan en Europa, aunque a nivel mundial son pocas las variedades anuales. El tipo bianual es el más común: durante el primer ciclo desarrolla el follaje y la raíz engrosada, y tras un período de inducción, en el segundo ciclo forma los órganos reproductivos. En el ámbito comercial, ambos ciclos solo se completan cuando se busca la producción de semillas (Morales, 1995, p. 7).

## **Cultivares**

De acuerdo con Casseres (1981), según la forma de la raíz, las zanahorias se clasifican en los siguientes tipos varietales:

Tipo Parisienne: raíces muy cortas y gruesas.

Tipo Ámsterdam: raíces alargadas y cilíndricas.

Tipo Nantesa: raíces semilargas, cilíndricas y sin punta.

Tipo Colmar: raíces grandes, muy largas y de forma cónica.

Tipo Imperator: raíces muy alargadas, delgadas y terminadas en punta.

Tipo Chantenay: raíces cortas, gruesas y con una punta pronunciada

### **1.2.7. Requerimiento nutricional**

La extracción de nutrientes del suelo varía según la fertilidad natural y residual, las condiciones agroclimáticas durante el crecimiento del cultivo, la densidad de siembra, el rendimiento esperado y factores como la duración del periodo vegetativo. Estos aspectos

pueden generar diferencias significativas entre una localidad y otra. No obstante, la relación entre los nutrientes N-P-K (nitrógeno, fósforo y potasio) debe mantenerse relativamente constante para cada especie, ya que sus requerimientos nutricionales son genéticamente estables, salvo pequeñas variaciones entre diferentes cultivares (Saavedra & Kehr, s/f, p. 19).

Según SENASA (s/f), en la nutrición del cultivo de zanahoria es fundamental considerar lo siguiente:

- Deficiencia de nitrógeno: provoca un crecimiento lento, raíces pequeñas, tallos delgados y maduración tardía. Las hojas se vuelven pálidas, mientras que un exceso de nitrógeno puede aumentar la susceptibilidad a enfermedades y daños mecánicos.
- Deficiencia de fósforo: causa un crecimiento lento del tallo y retraso en la maduración, además de que hojas, tallos y pecíolos adquieren una coloración rojiza.
- Deficiencia de potasio: reduce el rendimiento del cultivo, debilita los tallos y limita el desarrollo de las raíces (p.8).

**Tabla 1.1**

*Extracción de nutrientes de la zanahoria para un rendimiento de 49.7 Tn-7ha*

N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Mg (kg/ha)	B (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
213.6	50.3	273	150.8	41.4	529	760	72.5	260.3

*Nota.* Reproducido de *N.P-K fertilizer effects on yield, composition and residues of lettuce, celery, carrot, and onion grown on an organic soil in Quebec*, por Hamilton y Bernier, 1975 (<https://doi.org/55:453-461>).

Para obtener rendimientos superiores a 50 t/ha, se establecen ciertos requerimientos nutricionales específicos. Sin embargo, es recomendable realizar previamente un análisis de

suelo para determinar las condiciones de la parcela y así diseñar un plan de fertilización adecuado. (AGRIPAC, 2008 citado por Barrionuevo, 2010, p. 24).

**Tabla 1.2**

*Extracción de nutrientes para rendimientos superiores a 50 Tn/ha de zanahoria*

N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Mg (kg/ha)
120-140	80-150	200-400	100	20-22

*Nota.* Reproducido de *Estudio bioagronómico de 12 cultivares de zanahoria (Daucus carota L.) tipo nantes*, por Barrionuevo, 2010 (<http://dspace.esPOCH.edu.ec>). En dominio público.

### **1.2.8. Requerimientos edafoclimáticos**

La zanahoria es un cultivo muy sensible a las condiciones ambientales, lo que influye tanto en su crecimiento vegetativo como en el desarrollo de la raíz. Después de la germinación, no tolera bien las altas temperaturas, ya que estas pueden causar la muerte de algunas plantas o provocar un crecimiento anormal de las raíces. Asimismo, si se presentan temperaturas frías cuando las raíces aún están poco desarrolladas, estas no alcanzarán el tamaño ni la forma adecuados para su comercialización. (Maroto & Baixauli, 2017, p. 113).

#### **Altitud**

Este cultivo puede desarrollarse a altitudes que van de 500 a 3450 m s. n. m., aunque alcanza su mejor rendimiento entre los 750 y 900 msnm (Suasnabar & Torres, 2022, p. 23).

#### **Clima**

La zanahoria se considera un cultivo rústico que se adapta mejor a climas templados o mesotermiales. Estos climas se caracterizan por tener una temperatura media en el mes más frío inferior a 18 °C pero superior a -3 °C, y una temperatura en el mes más cálido mayor a

10 °C. Además, la zanahoria posee la capacidad de tolerar descensos moderados de temperatura (Maroto & Baixauli, 2017, p. 113).

### **Temperatura**

El cero vegetativo de la zanahoria se establece alrededor de los 7 °C, mientras que su temperatura óptima de crecimiento se encuentra entre 15 y 18 °C. Cuando las temperaturas son demasiado altas, las raíces pueden presentar una coloración más clara, menor longitud y una forma menos cilíndrica. Por otro lado, las bajas temperaturas en ciertas etapas del desarrollo, así como la sequía, pueden provocar una floración prematura. (Maroto & Baixauli, 2017, p. 114).

Según Saavedra y Kehr (s/f), el follaje y las raíces de la zanahoria pueden tolerar bajas temperaturas e incluso heladas leves sin presentar daños significativos. Sin embargo, las plantas jóvenes son más sensibles y no resisten heladas intensas. La zanahoria puede soportar temperaturas de hasta -3 °C, aunque pierde su parte aérea, mientras que a -5 °C se producen daños en las raíces

### **Humedad**

Según la Cámara de Comercio de Bogotá (2015), la zanahoria necesita un requerimiento hídrico anual que oscila entre 400 y 800 mm (p. 11). Además, requiere altos niveles de humedad para su desarrollo. La falta de agua puede provocar que las raíces se vuelvan fibrosas, afectando su calidad, mientras que los excesos de agua intermitentes pueden causar grietas en las raíces (Maroto & Baixauli, 2017, p. 114).

De acuerdo con Maroto & Baixauli (2017), el cultivo suele desarrollarse mejor cuando la humedad relativa del ambiente se mantiene entre 70 y 80 %, lo que favorece un crecimiento adecuado de la raíz (p. 24).

## **Suelo**

Se desarrolla mejor en suelos fértiles con textura ligera o media. Los suelos demasiado compactos pueden causar que las raíces sean más fibrosas, cortas y de menor grosor, además de favorecer la aparición de enfermedades criptogámicas. (Maroto & Baixauli, 2017, p. 114).

La zanahoria se desarrolla mejor en suelos sueltos, como los arcillo-calcáreos o franco-arenosos, que sean frescos, aireados y bien drenados, con un alto contenido de materia orgánica descompuesta y buen nivel de potasio (Gaviola, 2013, p. 2).

## **pH**

Es una planta que tolera de manera moderada los suelos ácidos, con un pH entre 5,5 y 6,8, pero no soporta suelos muy alcalinos y es bastante sensible a la salinidad, tanto del suelo como del agua de riego (Maroto & Baixauli, 2017, p. 115).

### **1.2.9. Principales plagas**

#### **Mosca de zanahoria (*Psylla rosae*)**

Según Tinoco Azanza (2020), esta plaga es una de las más importantes en el cultivo de zanahoria y otras hortalizas. Las hembras depositan sus huevos alrededor de la corona, y al eclosionar, entre los 10 y 12 días, las larvas se dirigen hacia la raíz para alimentarse. El insecto adulto mide 4,5 mm, con cabeza de color pardo y abdomen alargado negro. Las larvas, de 7 a 8 mm, tienen un color blanco amarillento y aspecto brillante. El daño se manifiesta en la cepa mediante galerías o túneles en la superficie, provocando pudrición y pérdidas comerciales al reducir la calidad y el rendimiento del cultivo.

### **Gallina Ciega (*Pyllophaga* sp.)**

Según Lardizábal (2013), esta plaga es muy relevante no solo en el cultivo de zanahoria, sino también en muchos otros cultivos hortícolas. El daño principal se debe al hábito alimenticio de sus larvas, que afectan significativamente las raíces, impidiendo que la zanahoria alcance calidad suficiente para su comercialización.

### **Diabrotica (*Diabrotica* sp.)**

Según Lardizábal (2013), el daño causado por estos insectos es más crítico durante las primeras etapas de crecimiento del cultivo. Al ser de tipo masticador, pueden destruir las plantas jóvenes rápidamente, llegando a consumir varias al día. Por ello, es fundamental realizar un muestreo adecuado para detectar y manejar la plaga a tiempo.

### **Minador de la hoja (*Liriomyza trifolii*)**

Según Tinoco Azanza (2020), esta plaga afecta a muchas especies hortícolas y se considera una de las más perjudiciales debido al daño que provoca en la producción. Durante su fase larval se alimenta del tejido parenquimático de las hojas, mientras que los adultos consumen las hojas completas. Además, destacan por su rápida dispersión y capacidad de colonizar distintos ambientes.

### **Nemátodos (*Meloydogine* sp.)**

Según Lardizábal (2013), este problema es frecuente en cultivos de zanahoria, especialmente en suelos arenosos con poca materia orgánica. Es importante diagnosticarlo correctamente, ya que los síntomas pueden confundirse con los ocasionados por *Pythium*. La presencia de nódulos en las puntas de las raíces es un indicador clave para identificar la infestación por nematodos.

## **Pulgones**

Los pulgones dañan la zanahoria al succionar la savia de la planta con su boca, lo que provoca que la planta se debilite, cambie de color, se deforme, se marchite e incluso pueda morir en casos graves. Este daño es más intenso en plantas jóvenes o en partes tiernas de la planta (Gaviola, 2013, P. 76).

## **Trips**

Estos insectos son especialmente importantes en cultivos destinados a producir semillas. Los trips se alojan principalmente en las hojas jóvenes o en el cogollo de la planta, aunque también se alimentan de polen, por lo que también se les encuentra en las flores (Gaviola, 2013, P. 78).

### **1.2.10. Principales enfermedades**

#### **Tizón de la hoja**

Gaviola (2013) explica que existen dos enfermedades que presentan síntomas muy similares en la zanahoria, pero que son causadas por organismos distintos: una es provocada por el hongo *alternaria dauci* y la otra por *cercospora carotae*.

Estos dos hongos suelen encontrarse en regiones de clima templado. *Cercospora* tiende a atacar principalmente las hojas jóvenes, mientras que *Alternaria* afecta con mayor frecuencia los tejidos más maduros de la planta (p. 99).

#### **Mal de Talluelo (Damping Off)**

Según Lardizábal (2013), hay un grupo de hongos (*Pythium*, *Fusarium*, *Rizoctonia* y *Verticillium*) que son muy perjudiciales porque reducen la cantidad de plantas que logran crecer. Al afectar los primeros días después de la germinación, pueden causar grandes

pérdidas en la producción, ya que si no hay suficiente cantidad de plantas, el rendimiento final será bajo.

### **Quemazón de las Hojas (*Alternaria* sp.)**

Lardizábal (2013) indica que esta es la enfermedad de hojas más grave en la zanahoria. Si no se controla correctamente, puede causar grandes pérdidas. Su nombre se debe a que las hojas parecen quemadas y, en casos graves, la planta puede perder todas sus hojas.

### **Mildeu Polvoso**

Lardizábal (2013) explica que esta enfermedad aparece cuando hay mucha humedad y calor. Se nota porque deja un polvo sobre las hojas, lo que bloquea la fotosíntesis y puede reducir mucho la producción de zanahorias.

## **1.2.11. Manejo agronómico**

### **Preparación de terreno**

Para que las semillas de zanahoria germinen bien y las plántulas crezcan sanas, el suelo debe estar bien trabajado: suelto, aireado, nivelado y sin piedras que dificulten el crecimiento de la raíz. Esto se logra usando bueyes o maquinaria agrícola para desmenuzar la tierra y luego hacer surcos donde se sembrarán las semillas (Suasnabar & Torres, 2022, p. 25).

### **Levantamiento de camas**

Usar camas altas es una práctica muy importante para el cultivo de zanahoria. Estas camas permiten que el suelo tenga buen drenaje y aireación, lo que ayuda a que las raíces crezcan correctamente. Deben medir al menos 30 cm de altura. Además, facilitan un mejor

riego, aumentan la exposición a la luz y mantienen la temperatura adecuada en la zona de las raíces, favoreciendo un desarrollo más saludable de la planta (Lardizábal, 2013, p. 3).

### **Siembra**

Según Suasnabar & Torres (2022), es fundamental prestar atención al momento de distribuir las semillas en el terreno, asegurando una correcta uniformidad y densidad para que las raíces se desarrollen adecuadamente. La germinación ocurre entre los 10 y 15 días posteriores a la siembra, siendo la temperatura ideal para este proceso de 15 a 20 °C. Cuando la siembra se realiza al voleo, se recomienda aplicar entre 3 y 4 kg de semilla por hectárea, mientras que en la siembra mecanizada se utilizan en promedio entre 1,8 y 2,3 millones de semillas por hectárea (P. 25).

### **Riego**

En este apartado es importante diferenciar entre el riego durante la germinación de la zanahoria y el riego que se realiza desde la germinación hasta la cosecha. Para la germinación, se recomienda el riego por aspersión, ya que este método permite mantener la humedad de manera uniforme en toda la superficie de la cama, condición esencial para asegurar una correcta germinación de las semillas (Lardizábal, 2013, p. 5).

### **Raleo**

Esta labor se realiza cuando la zanahoria ha desarrollado entre tres y cuatro hojas verdaderas o alcanza aproximadamente 5 cm de altura. Consiste en dejar alrededor de 18 plantas por cada metro lineal de las 30 semillas sembradas, es decir, una planta cada 5 a 6 cm (aproximadamente tres dedos de separación). El objetivo es permitir que las raíces alcancen el tamaño adecuado, ya que, de no realizarse este aclareo, la competencia entre plantas será

alta, produciendo zanahorias delgadas y, en ocasiones, con formas curvas (Lardizábal, 2013, p. 4).

### **Control de malezas**

En el cultivo de zanahoria, si el control de malezas se realiza de forma tardía, se afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas debido a la competencia por agua, luz y nutrientes. El período crítico para realizar este control se encuentra entre los 60 y 90 días posteriores a la emergencia de las plantas (Suasnabar & Torres, 2022, p. 28).

### **Abonamiento**

Es importante aplicar materia orgánica, como estiércol, ya bien descompuesto; si se utiliza estiércol fresco, existe el riesgo de que se formen vellosidades y se produzca un desarrollo irregular de las raíces de la zanahoria (Suasnabar & Torres, 2022, p. 2).

### **Fertilización**

La fertilización resulta crucial en el cultivo de zanahorias, ya que la planta es muy sensible tanto a la falta como al exceso de nutrientes, especialmente del nitrógeno, cuyo exceso puede provocar la aparición de grietas en las raíces (Suasnabar & Torres, 2022, p. 29).

### **Cosecha**

Según Suasnabar & Torres (2022), el período vegetativo de la zanahoria varía entre 75 y 130 días, dependiendo de la variedad cultivada. Durante este tiempo, la planta desarrolla hojas y raíces, formando finalmente las zanahorias. El rendimiento promedio del cultivo se sitúa entre 25 y 35 toneladas por hectárea (t/ha), aunque este valor puede fluctuar según la variedad, las prácticas de manejo, las condiciones climáticas, la fertilidad del suelo y la gestión agrícola aplicada (p. 29).

Según Gaviola (2013), el momento adecuado de la cosecha depende de factores como la variedad, el destino del cultivo y los precios del mercado. Las variedades tempranas pueden cosecharse antes de los tres meses tras la siembra, mientras que otras requieren cinco meses o más. Un período vegetativo más largo incrementa el peso de las raíces, aunque puede afectar su calidad. No obstante, en épocas de baja producción, el peso se prioriza sobre la calidad al momento de la venta, sin que esto afecte el precio. Por el contrario, cuando los precios son altos, la cosecha se realiza antes de que las raíces alcancen su máximo desarrollo. (p. 67).

### **Comercialización**

La zanahoria se consume mayormente fresca, pero también se comercializa encurtida o congelada. Recientemente, han surgido presentaciones mínimamente procesadas, ya sea en solitario o combinadas, como en rodajas o ralladas, además de productos listos para consumir, como snacks, zanahorias baby y bastoncitos (Suasnabar & Torres, 2022, p. 31).

## **1.3. Mineral potasio**

### **1.3.1. Definición**

“El potasio ( $K^+$ ) es un macronutriente absorbido por las plantas en grandes cantidades, es esencial para el crecimiento y reproducción de estas. Se encuentra presente en la solución suelo como catión” (VITRA, 2020, p. 1).

Intagri (2017) indica que el potasio es un nutriente fundamental para el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que interviene en numerosos procesos bioquímicos y fisiológicos esenciales para los vegetales (p. 1).

### 1.3.2. Función

El potasio cumple funciones esenciales en las plantas, como regular la apertura y cierre de los estomas, lo que controla la absorción de CO<sub>2</sub> y, por consiguiente, la fotosíntesis. Además, participa en el transporte de azúcares y almidones, mantiene la presión de turgencia celular, favorece la absorción de nitrógeno y contribuye a la síntesis de proteínas (VITRA, 2020, p. 1).

### 1.3.3. Síntomas de deficiencia de potasio

Cuando las plantas carecen de potasio, suelen presentar clorosis (amarillamiento) que progresa a necrosis en las puntas y bordes de las hojas. Estos síntomas se manifiestan primero en las hojas más viejas (VITRA, 2020, p. 1).

### 1.3.4. Importancia

El potasio es esencial para la nutrición de las plantas, ya que favorece la calidad de los cultivos de cereales, hortalizas y frutas, al participar en múltiples procesos fisiológicos en todas las especies vegetales (VITRA, 2020, p. 2).

### 1.3.5. Principales productos

**Tabla 1.3**

*Principales fuentes de productos potásicos utilizados en la agricultura*

<b>Fuentes potásicos</b>	<b>Riqueza nutricional</b>
Cloruro de potasio	60% K <sub>2</sub> O
Sulfato de potasio	50% K <sub>2</sub> O y 18% S
Nitrato de potasio	13,5% N y 44% K <sub>2</sub> O
Sulfato doble de K-Mg	22% K <sub>2</sub> O, 22% S y 18%MgO

*Nota.* Reproducido de VITRA, 2020.

## Cloruro de potasio

Se trata de un fertilizante de alta concentración que constituye la forma más económica de suministrar potasio a la mayoría de los cultivos, aunque no se aconseja su uso en aquellos en los que las hojas tienen un valor comercial importante, como el tabaco, las crucíferas y las plantas ornamentales (Pacifex Fertilizantes, 2020, p. 1).

El cloruro de potasio es el fertilizante potásico más empleado por su bajo costo y alta concentración de potasio en comparación con otras fuentes. Se presenta en forma granulada y se aplica directamente al suelo (Inkafert Fertilizantes, 2023).

**Tabla 1.4**

*Composición química de cloruro de potasio*

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
0	0	60%

## Abono orgánico

### Terrasur

Este es un abono orgánico elaborado a base de guano de gallinas con el propósito de mejorar la producción y la calidad de cultivos (Fundo la calera, s/f).

**Tabla 1.5**

*Composición química de abono terrasur*

M.O.	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na %	Fe	Cu	Zn	Mn	B
%	%	%	%	%	%		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
37.92	2.42	5.89	4,28	12.43	2,05	1.40	3540	77	670	835	59

## **CAPÍTULO II**

### **2. METODOLOGÍA**

#### **2.1. Características del terreno experimental**

##### **2.1.1. Ubicación**

Este trabajo experimental se llevó a cabo en el Centro Experimental Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicado a 13° 08' de latitud sur y 74° 32' de longitud oeste, a una altitud de 2750 msnm, en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

##### **2.1.2. Antecedentes del campo experimental**

El terreno empleado para la realización de este trabajo de investigación había sido previamente cultivado con lechuga, recibiendo un abonamiento uniforme con materia orgánica.

##### **2.1.3. Condiciones edáficas**

Para la determinación de las características fisicoquímicas del suelo, se mandó hacer un análisis de caracterización en el laboratorio de multiservicios "Agrolab".

Durante el muestreo del campo experimental se tomaron 6 muestras del suelo de una profundidad hasta los 20cm, posteriormente se hizo el mezclado y homogenización de las muestras tomadas y finalmente se logró separar una muestra de 1kg para su respectivo envío al laboratorio de análisis. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla 2.1.

**Tabla 2.1**

*Características fisicoquímicas del suelo de Centro Experimental de Canaán 2750 msnm.*

Muestra	pH (H <sub>2</sub> O) 1:2.5	C.E. (dS/m.) 1:1	CaCO <sub>3</sub> (%)	M.O. (%)	Nt (%)	Elementos disp. (ppm)		Análisis mecánico			Cationes cambiabes (Cmol(+)/kg)					C.I.C. (Cmol(+)/Kg)
						P	K	Arena	Limo	Arcilla	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> H <sup>+</sup>	
1	7.74	0.21	0.92	2.89	0.14	20.72	270	49	30	21	18.07	3.45	1.12	1.05	0	23.73

*Nota. Resultados del análisis en el laboratorio de multiservicios “Agrolab”*

### 2.1.3.1. Interpretación de análisis del suelo

- Suelo de textura franco.
- Contenido de materia orgánica media.
- Contenido de nitrógeno total media.
- Contenido de fósforo disponible media.
- Alto contenido de potasio disponible.
- pH moderadamente básico.
- Suelo no salino.

De acuerdo con los resultados del análisis del suelo presentados en la Tabla 2.1, el terreno del campo experimental Canaán posee un pH moderadamente básico, lo que lo hace adecuado para el cultivo de hortalizas. Además, cuenta con 2,89 % de materia orgánica, 0,14 % de nitrógeno total, fósforo disponible de 20,72 ppm y potasio disponible de 276 ppm, destacándose como un suelo rico en materia orgánica y con alto contenido de potasio.

## 2.2. Características climáticas

Las condiciones climáticas de Ayacucho se caracterizan por marcadas variaciones de temperatura entre el día y la noche, con una media que oscila entre 14 °C y 18 °C. Los meses de mayor insolación coinciden con los de mayor precipitación (enero, febrero y marzo), superando las temperaturas máximas los 24 °C y con mínimas entre 9 °C y 10 °C. Durante los meses de estiaje, las temperaturas bajan a rangos de 2 °C a 5 °C, presentándose heladas principalmente en mayo, junio y julio. En el período de junio a noviembre, cuando se desarrolló este trabajo de investigación, las temperaturas fluctuaron entre rangos fríos y

normales, condiciones favorables para el cultivo de zanahoria, ya que la especie tolera heladas y bajas temperaturas, las cuales no afectaron negativamente su producción.

La zona presenta una precipitación anual de 400 a 700 mm, con un promedio de 550 mm, concentrándose principalmente en el primer trimestre. La humedad relativa promedio oscila entre 50 y 60 %. Durante los primeros meses del cultivo no se registraron lluvias, y la primera precipitación se produjo en septiembre. Debido a que la zanahoria requiere altos niveles de agua para su desarrollo y llenado de raíz, se complementó su suministro hídrico mediante riego.

Datos meteorológicos: temperaturas (máxima, mínima y promedio), precipitación y balance hídrico.

- Distrito: Andrés Avelino Cáceres Dorregaray
- Provincia: Huamanga
- Departamento: Ayacucho
- Altitud: 2735 msnm
- Latitud: 13° 10' 09" S
- Longitud: 74° 12' 82"

**Tabla 2.2**

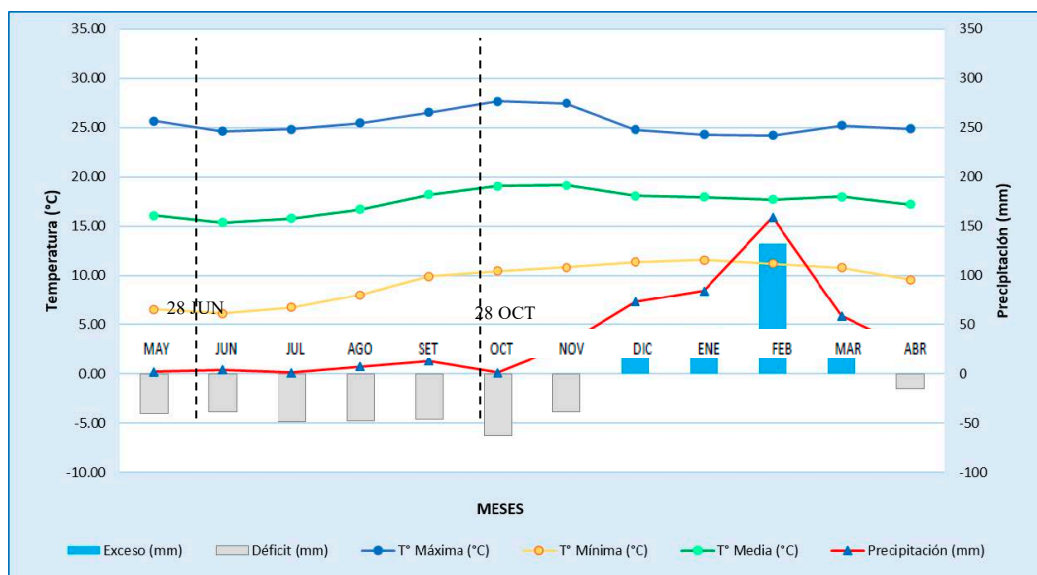
*Datos meteorológicos: temperaturas (máxima, mínima y promedio), precipitación y balance hídrico.*

Año	2022-2023												Total	Promedio
Mes	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR		
T° Máxima (°C)	25.65	24.63	24.83	25.45	26.53	27.66	27.46	24.81	24.3	24.19	25.2	24.85		25.46
T° Mínima (°C)	6.50	6.11	6.74	8.01	9.93	10.49	10.85	11.37	11.6	11.2	10.8	9.6		9.43
T° Media (°C)	16.07	15.37	15.79	16.73	18.23	19.07	19.16	18.09	17.95	17.70	18.00	17.23		17.45
Factor	5.86	5.47	5.70	6.22	7.09	7.59	7.64	7.01	6.92	6.78	6.95	6.51		
ETP (mm)	55.44	51.21	53.72	59.53	69.33	75.11	75.70	68.37	67.45	65.76	67.79	62.70	772.13	64.34
Humedad Relativa (%)	71.73	74.17	74.03	69.38	71.62	67.99	70.58	76.84	75.77	75.31	75.49	73.9		
Precipitación (mm)	1.7	3.8	1.1	7.4	13.3	0.9	29.7	73	84.2	159.2	58.3	24.6	457.20	38.10
ETP corregida (mm)	42.38	42.09	46.99	52.08	59.83	63.80	63.47	46.45	49.27	27.24	33.39	40.20		
Humedad del suelo (mm)	-40.68	-	-	-	-46.53	-	-	26.55	34.93	131.96	24.91	-		
Exceso (mm)		38.29	45.89	44.68		62.90	33.77					15.60		
Déficit (mm)	-40.68	-	-	-	-46.53	-	-	26.55	34.93	131.96	24.91	-		
		38.29	49.09	48.22		62.90	38.74					15.60		

*Nota. Datos producidos en la estación meteorológica de INIA 2735 msnm – Ayacucho*

**Figura 2.1**

*Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico de la campaña agrícola 2022-2023 según la Estación Meteorológica de INIA- Ayacucho Ombrotérmico: T° vs Pp. y Balance hídrico*



*Nota: Reproducido de estación meteorológica de INIA – Ayacucho*

### **2.3. Material genético**

La variedad empleada en este estudio fue la Chantenay Red Cored, adquirida como semilla garantizada en tiendas comerciales de Ayacucho. Esta variedad presenta un periodo vegetativo de 120 días desde la siembra hasta la cosecha, un porcentaje de germinación del 18 % y un porcentaje de pureza del 99,9 %. Sus raíces son cortas y la parte superior es ancha, característica típica de este cultivar.

### **2.4. Materiales y equipos**

#### **2.4.1. Materiales e insumos**

- Semilla
- Rafia
- Costales
- Accesorios de riego
- Flexómetro
- Estacas
- Foliares (aminoácidos)
- Terrasur (Abono orgánico)
- Cloruro de potasio
- Cuaderno de apuntes

#### **2.4.2. Equipos**

- Balanza
- Vernier

### **2.5. Diseño experimental**

El diseño experimental que se usó es el diseño de parcelas divididas (DPD) distribuidas en bloque completo con arreglo factorial 3D (densidad) x 4K (niveles), con 12 tratamientos, 3 repeticiones y un total de 36 unidades experimentales. La unidad experimental conformada por 2 camas y cada cama con 3 hileras.

El modelo lineal matemático para un DPD con estructura de parcelas en Bloques al azar es:

$$Y_{ijk} = \mu + \gamma_k + \tau_i + (\gamma\tau)_{ki} + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = Obs. de la unidad experimental.  $\beta_j$  = Efecto del tratamiento  $\beta$  de la

$\mu$  = Media general del ensayo. subparcela.

$\gamma_k$  = Efecto de los bloques.  $(\tau\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción de los

$\tau_i$  = Efecto del tratamiento  $\tau$  de la parcela. tratamientos de la parcela y subparcela.

$(\gamma\tau)_{ki}$  = Error de la parcela [ $E_{(a)}$ ].  $\varepsilon_{ijk}$  = Error de la subparcela [ $E_{(6)}$ ]

Los resultados cuantitativos se sometieron a Análisis de Variancia (ANVA), la prueba de Contraste de Tukey (0,05), correlación de los variables dependientes y para visualizar la diferencia.

### 2.5.1. Factores de estudio

#### a). Densidad de siembra (D)

Este factor fue distribuido y/o asignado en las parcelas

- D1: 3 kilogramos/ha
- D2: 5 kilogramos/ha
- D3: 7 kilogramos/ha

#### b). Niveles de potasio (K)

Este factor fue distribuido y/o asignado en las subparcelas

- K0: Sin potasio
- K1: 70 kilogramos/ha
- K2: 140 kilogramos/ha
- K3: 210 kilogramos/ha

## 2.5.2. Tratamientos

**Tabla 2.3**

*Tratamientos estudiados*

<b>Tratamiento</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
T1	D1*K0	3 kilogramos de semilla y sin potasio
T2	D1*K1	3 kilogramos de semilla y 70 kilogramos de potasio
T3	D1*K2	3 kilogramos de semilla y 140 kilogramos de potasio
T4	D1*K3	3 kilogramos de semilla y 210 kilogramos de potasio
T5	D2*K0	5 kilogramos de semilla y sin potasio
T6	D2*K1	5 kilogramos de semilla y 70 kilogramos de potasio
T7	D2*K2	5 kilogramos de semilla y 140 kilogramos de potasio
T8	D2*K3	5 kilogramos de semilla y 210 kilogramos de potasio
T9	D3*K0	7 kilogramos de semilla y sin potasio
T10	D3*K1	7 kilogramos de semilla y 70 kilogramos de potasio
T11	D3*K2	7 kilogramos de semilla y 140 kilogramos de potasio
T12	D3*K3	7 kilogramos de semilla y 210 kilogramos de potasio

## **2.6. Descripción del campo experimental**

### **2.6.1. Bloques**

- Número de bloques: 03
- Ancho del bloque: 4.80 m
- Largo del bloque: 20.00 m
- Área del bloque: 96.00 m<sup>2</sup>
- Área total de bloques: 288.00 m<sup>2</sup>

### **2.6.2. Parcelas**

- Numero de parcelas por bloque: 12
- Número total de parcelas: 36
- Ancho de parcelas: 1.60m
- Largo de parcelas: 5.00 m
- Distanciamiento entre camas: 80.00 cm
- Número de camas por parcela: 2.00
- Área de parcela: 8.00 m<sup>2</sup>

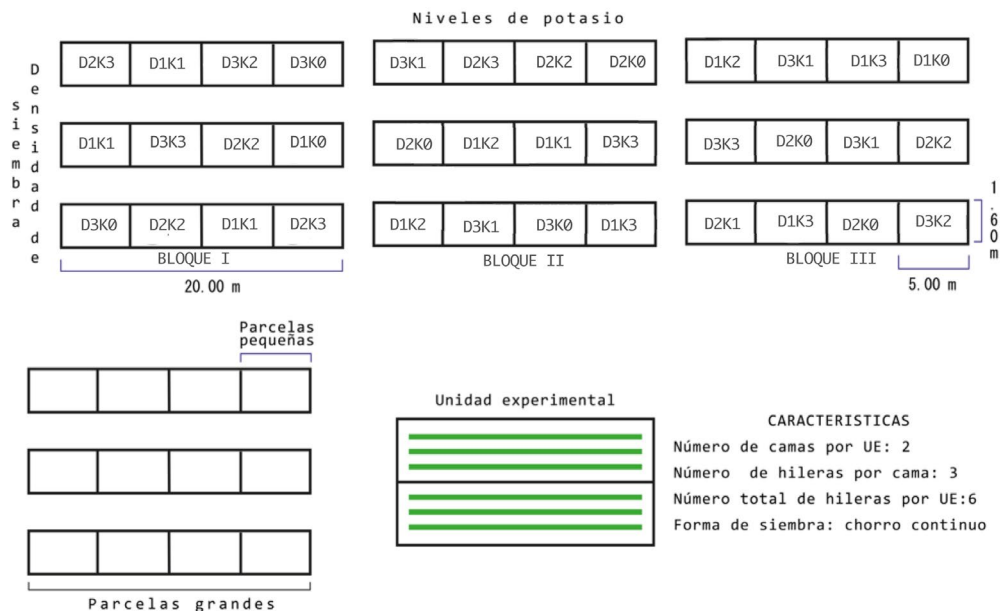
### **2.6.3. Área del experimento**

- Ancho: 4.80 m
- Largo: 60.00 m
- Área total: 288 m<sup>2</sup>

## 2.7. Croquis y randomización del campo experimental

**Figura 2.2**

*Randomización del campo experimental*



## 2.8. Instalación y conducción del experimento

### Preparación de terreno

La preparación de suelo se realizó con una anticipación mediante el arado de disco, posteriormente se procedió con el desterronado y mullido de manera manual con el uso de herramientas manuales con la finalidad de uniformizar y lograr una buena estructura que permita una germinación uniforme de semillas y buen desarrollo de la raíz.

### Levantamiento de camas

Se procedió a levantar camas. Es una labor agronómico muy importante para la siembra de semillas de zanahoria. El uso de camas ayuda con la aireación y drenaje del agua en exceso, de tal modo se logra un crecimiento adecuado de la zanahoria. La ventaja de usar camas ayuda con el manejo de riego y una mejora en la recepción de luz mejorando la

temperatura en la zona radicular y evacua el exceso de humedad. Los distanciamientos entre camas es 0.8 metros y entre hileras 0.2 metros, cada unidad experimental cuenta con 2 camas y 6 hileras.

### **Demarcación del experimento**

Se procedió a delimitar la parcela de acuerdo al diseño experimental en tres bloques de 20 metros con 12 unidades experimentales de 5 metros en cada uno de ellos, utilizando materiales como, estacas, rafia y wincha.

### **Incorporación de abono orgánico (Terrasur)**

La incorporación de abono orgánico como fondo de nombre comercial Terrasur fue de 2 t/ha, se realizó previo a la siembra con la finalidad de mezclar bien y distribuir de manera uniforme en toda la plataforma.

### **Surcado**

Se realizó previo a la siembra de manera muy superficial a una profundidad aproximada de 2 cm, distanciados en 20 cm entre surcos o hileras y 3 surcos en cada cama. El surcado se efectuó de manera manual con la ayuda de pequeños picos y cordel.

### **Siembra**

Se usó semilla certificada de variedad Chantenay “Red Cored”. El sistema de siembra que se adaptó fue a chorro continuo distribuidos de manera uniforme a lo largo del surco a una profundidad aproximada de 0.5 cm, toda la labor fue realizado de manera manual utilizando pequeños rastros para su tapado. La distribución de la semilla se manejó de acuerdo al proyecto formulado en tres diferentes densidades, 2 camas con una densidad de 3kg/ha, 5kg/ha y 7kg /ha respectivamente.

## **Instalación de sistema de riego**

La estación experimental Canaán cuenta con un sistema de riego presurizado por goteo con cintas de 16 mm a 20 cm entre emisores para que la dotación de agua sea uniforme, por ello en la conducción del experimento se aprovechó dicho sistema de riego y la distribución del agua sea eficaz para el abastecimiento del requerimiento hídrico del cultivo.

## **Riego**

Se empleó el sistema de riego por goteo con una frecuencia de 1 a 2 veces a la semana en los primeros días y posteriormente 2 a 3 veces cuando la planta está en el llenado de la raíz durante su ciclo vegetativo, suministrando la cantidad requerida para su crecimiento y desarrollo en sus diversas etapas fenológicas.

## **Deshierbo**

Este labor se realizó de manera manual. El primer deshierbo se realizó después de 25 días de la siembra La segunda y tercer deshierbo se procedió dependiendo de la presencia de malezas. La finalidad de deshierbo es evitar la competencia por la luz, nutrientes, agua y ventilación.

## **Control fitosanitario**

No se realizó, porque la incidencia de plagas y enfermedades fue muy baja por debajo de la curva del umbral de daño económico.

## **Evaluación**

En la determinación de parámetros de rendimiento y calidad del cultivo se registraron en campo, la medida de altura de la planta y peso de la raíz; en gabinete datos como el diámetro de la raíz, longitud de raíz, numero de raíces por metro lineal y en laboratorio se

determinó el contenido de azúcar y materia seca. Los materiales usados fueron de campo, escritorio y laboratorio.

### **Cosecha**

La cosecha se llevó a los 4 meses o 120 días después de la siembra cuando la planta mostro amarrillamiento en las hojas, las raíces empezaron sobresalir la tierra y alcanzado un tamaño deseado y en la madurez hortícola. La extracción de plantas y el corte de las hojas del tallo se realizó de manera manual, posteriormente se procedió al lavado y finalmente se procedió con las evaluaciones en el gabinete y laboratorio para estimar el rendimiento; mientras para la venta se categorizo según el tamaño.

### **Postcosecha**

Se realizó el lavado en pozas donde se acumularon el producto dejando remojar por unos 10 minutos y luego se hace el ensacado.

## **2.9. Variables a evaluar**

### **Nro. de días de siembra a cosecha (días)**

Se registró el número de días durante su etapa fenológica desde la siembra hasta la cosecha.

### **Altura de la planta (cm)**

Se escogieron 10 plantas al azar de cada unidad experimental y se midió la longitud desde el cuello hasta el ápice utilizando un flexómetro; posteriormente, se calculó el promedio de longitud para cada unidad experimental.

### **Diámetro de la raíz (cm)**

Se seleccionó 10 raíces en forma de azar de cada unidad experimental, midiendo el diámetro de la raíz con la ayuda de un vernier.

### **Longitud de la raíz (cm)**

Se evaluaron las 10 plantas seleccionados al azar, midiéndose desde el cuello de la planta hasta el ápice de la raíz con la ayuda de un flexómetro y una regla.

### **Rendimiento (kg/ha)**

Se procedió con el pesado de todas las raíces cosechados de 2 metro lineales seleccionadas en forma de azar del surco central de cada tratamiento, el proceso de pesado se desarrollará con una balanza analítica. De tal modo se estimará en kilogramos por hectárea (kg/ha).

### **Materia seca (gr)**

Para su estimación de la materia seca se procedió con el secado en estufa a 50 °C por 4 días y se evaluó al quinto día, realizando el pesado en una balanza digital.

### **Contenido de azúcar (grado brix)**

Se tomó 2 muestras de cada tratamiento de manera azar. Para medir el contenido de azúcar se extrajo el jugo de la zanahoria y se realizó la lectura en un Brixometro para determinar el grado brix.

## CAPITULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Variables de precocidad

##### 3.1.1. Número de días del cultivo de siembra a cosecha

**Tabla 3.1**

*Días después de la siembra del cultivo de zanahoria después de la Siembra. Canaán-Ayacucho*

<b>Cultivo</b>	<b>Mes (2023)</b>	<b>Días</b>
Siembra	28 de junio	0
Emergencia	9 de julio	12
Cosecha	29 de octubre	121

En la tabla 3.1 muestra la precocidad medida en días. La madurez de cosecha es el indicador más importante, donde la variedad Chantenay “Red Cored” llega al estado fenológico desde 120 a 150 días después de la siembra. Lardizabal y Theodoracopoulos (2007) mencionan que en los climas tropicales se acelera su crecimiento y maduración, incluso pueden alterar su sabor y textura, en los climas templados se desarrollan mejor y de buena calidad.

### 3.2. Variables de rendimiento

#### 3.2.1. Altura de la planta

**Tabla 3.2**

*Análisis de varianza de altura promedio de la planta de zanahoria, bajo el efecto de densidades de siembra y niveles de potasio. Canaán-Ayacucho.*

<b>F.V.</b>	<b>G. L</b>	<b>S. C</b>	<b>C. M</b>	<b>Fc</b>	<b>p-valor</b>
Bloques	2	66.82	33.41	42.83	0.0020 **
Densidad de siembra (D)	2	53.69	26.85	34.42	<b>0.0030</b> **
Error (a)	4	3.12	0.78		
Total, parcela	8	123.63			
Niveles de K (K)	3	344.28	114.76	110.23	<b>&lt;0.0001</b> **
Interacción (D x K)	6	3.79	0.63	0.61	0.7218 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/3 kg semilla</b>					
R. lineal	1	88.330	88.330	84.84	<b>&lt;0.0001</b> **
R. cuadrática	1	25.810	25.810	24.79	<b>0.0001</b> **
R. cúbica	1	4.590	4.590	4.41	0.0501 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/5 kg semilla</b>					
R. lineal	1	108.540	108.540	104.25	<b>&lt;0.0001</b> **
R. cuadrática	1	26.700	26.700	25.65	<b>0.0001</b> **
R. cúbica	1	2.7700	2.7700	2.66	0.1202 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/7 kg semilla</b>					
R. lineal	1	78.660	78.660	75.55	<b>&lt;0.0001</b> **
R. cuadrática	1	11.020	11.020	10.58	<b>0.0044</b> **
R. cúbica	1	1.6300	1.6300	1.57	0.2269 ns
Error (b)	18	18.74	1.041		
Total	35	490.44			

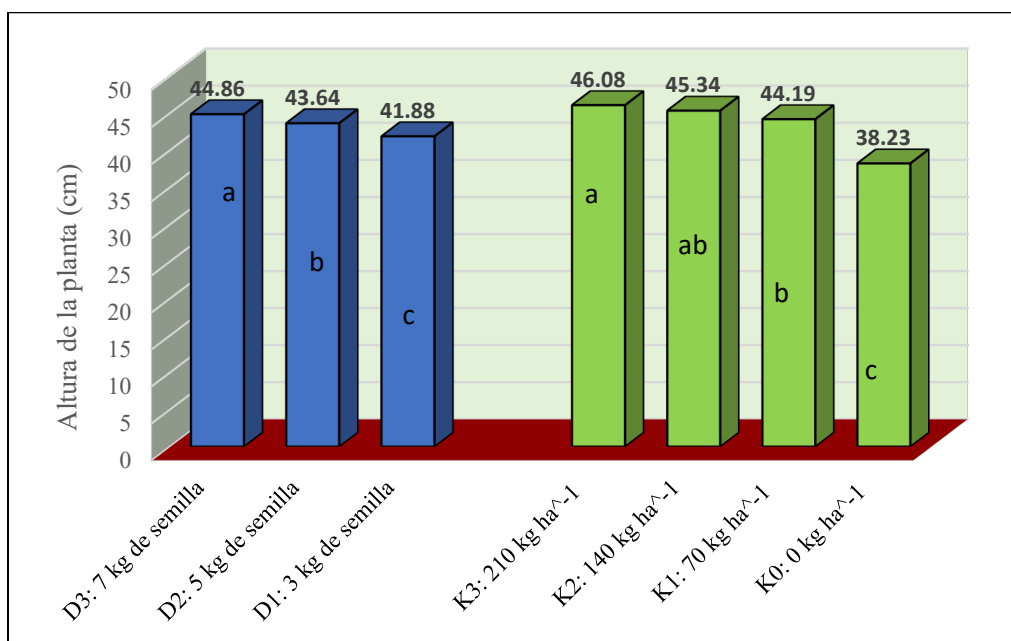
CV (%): 2.35

En la Tabla 3.2 se muestra análisis de varianza (ANVA) de la altura promedio de la planta de zanahoria, donde se observa a los efectos principales de densidad de siembra y

niveles de potasio siendo estadísticamente altamente significativas, excepto la interacción de los factores de estudio (densidad x niveles de potasio); es decir, la altura de la planta respondió positivamente al efecto independiente de los factores estudiados. Se obtuvo un coeficiente de variación de 2.35%, lo que refleja la precisión y confiabilidad de los datos obtenidos. Este valor permite efectuar comparaciones de medias considerando los efectos principales. Según el ANVA de las regresiones, tanto el modelo lineal y cuadrático para las tres densidades de siembra resultaron significativas estadísticamente.

**Figura 3.1**

*Comparación de medias (Tukey, 0.05) de los efectos principales de densidad y niveles de potasio en altura promedio de la planta. Canaán – Ayacucho.*

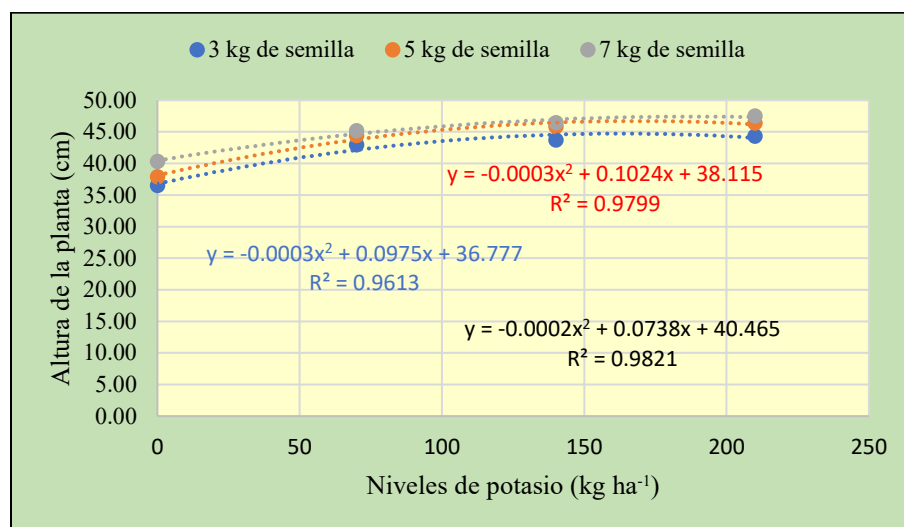


En la Figura 3.1 se muestra comparación de medias Tukey, donde con alta densidad de siembra (7 kg) se obtuvo una mayor altura y diferente estadísticamente, 44.86 cm, superando a la densidad de 5 g/ha y este a su vez, superior a la densidad 3kg/ha. En efecto de los niveles de potasio, con 210 kg ha<sup>-1</sup> se encontró una altura de 46.08 cm, cuyo resultado supera al testigo con 20.5 %, sin embargo, este resultado no difiere estadísticamente respecto

al efecto de 140 kg ha<sup>-1</sup> de potasio, 45.34 cm. Meza y Daboín-León (2023), utilizando una densidad de siembra de 10 kg de zanahoria híbrido (variedad candela) por hectárea, reportaron resultados similares, donde la altura promedio de la planta fue de 38 y 35 cm, y un número de hojas entre 9 y 10 en ambos tratamientos. Yance (2018) menciona que, en la cosecha, la variedad Nantes presentó la altura promedio de planta más alta (41.3 cm) entre los tratamientos, mientras que la variedad japonesa presentó el promedio más bajo (36.7 cm). En contraste con la distancia de plantación de 30 x 50 cm de 37.8 cm, superó los promedios de la distancia de plantación de 10 x 50 cm de 40.8 cm. Betelham (2021) estudio el crecimiento y rendimiento de zanahoria con la aplicación de cuatro dosis de KCl (0, 50, 100 y 150 kg/ha) y CDA (0, 10, 20 y 30 t/ha), obteniendo el máximo valor 34.55 cm de altura con la aplicación de 50 kg/ha de KCl y 10 t/ha de CDA.

### Figura 3.2

*Modelos del efecto de densidad de siembra y niveles de potasio en altura de zanahoria. Canaán-Ayacucho.*



En la Figura 3.2 se muestra los modelos de regresiones del efecto de densidad de siembra y niveles de potasio en altura de la planta de zanahoria. El efecto de 3, 5 y 7 kg de semilla se ajustan al modelo cuadrático,  $y = -0.0003x^2 + 0.0975x + 36.777$ ,  $y = -0.0003x^2 +$

$0.1024x + 38.115$ ,  $y = -0.0002x^2 + 0.0738x + 40.465$ , respectivamente. A partir de estos modelos se determinó que los niveles 162.5, 170.67 y 184.5 kg ha<sup>-1</sup> de potasio maximizan la altura de la planta, respectivamente.

### 3.2.2. Longitud de raíz

**Tabla 3.3**

*Análisis de varianza de longitud promedio de raíz de la planta de zanahoria, bajo el efecto de densidades de siembra y niveles de potasio. Canaán-Ayacucho.*

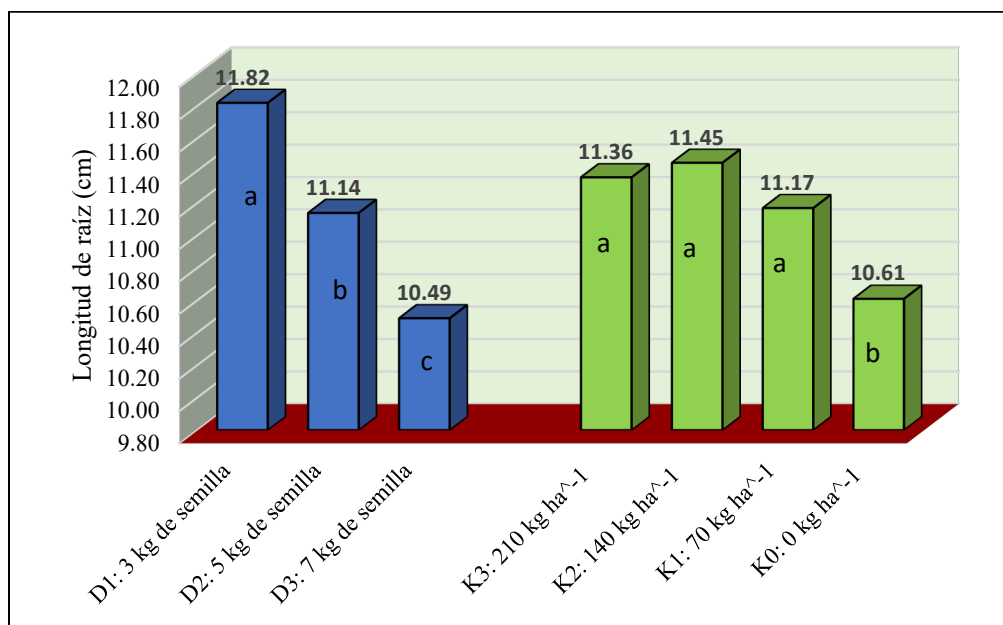
<b>F.V.</b>	<b>G. L</b>	<b>S. C</b>	<b>C. M</b>	<b>Fc</b>	<b>p-valor</b>
Bloques	2	0.21	0.11	2.63	0.1870 ns
Densidad de siembra (D)	2	10.60	5.30	132.50	<b>0.0002 **</b>
Error (a)	4	0.16	0.04		
Total, parcela	8	10.97			
Niveles de K (K)	3	3.82	1.27	23.88	<b>&lt;0.0001 **</b>
Interacción (D x K)	6	0.80	0.13	2.50	0.0615 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/3 kg semilla</b>					
R. lineal	1	2.010	2.010	37.69	<b>&lt;0.0001**</b>
R. cuadrática	1	1.030	1.030	19.31	<b>0.0003**</b>
R. cúbica	1	0.030	0.030	0.56	0.4629 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/5 kg semilla</b>					
R. lineal	1	1.020	1.020	19.13	<b>0.0004**</b>
R. cuadrática	1	0.220	0.220	4.13	0.0573 ns
R. cúbica	1	0.0100	0.0100	0.19	0.6701 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/7 kg semilla</b>					
R. lineal	1	0.250	0.250	4.69	<b>0.0441 *</b>
R. cuadrática	1	0.040	0.040	0.75	0.3979 ns
R. cúbica	1	0.0032	0.0032	0.06	0.8093 ns
Error (b)	18	0.96	0.053		
Total	35	16.55			

CV (%): 2.07

En la Tabla 3.3 se muestra análisis de varianza (ANVA) de longitud promedio de raíz de zanahoria, donde se observa a los efectos principales de densidad de siembra y niveles de potasio son estadísticamente altamente significativas, excepto la interacción de los factores de estudio (densidad x niveles de potasio); es decir, longitud de raíz de zanahoria respondió positivamente al efecto independiente de los factores. Se obtuvo un coeficiente de variación de 2.07%, lo que refleja un alto nivel de precisión y confiabilidad en los resultados. Este valor permite efectuar comparaciones de medias considerando los efectos principales. De acuerdo con el análisis de varianza de las regresiones (ANVA), el modelo lineal correspondiente a las tres densidades de siembra presentó una significancia estadística, lo que indica una relación consistente entre las variables evaluadas.

**Figura 3.3**

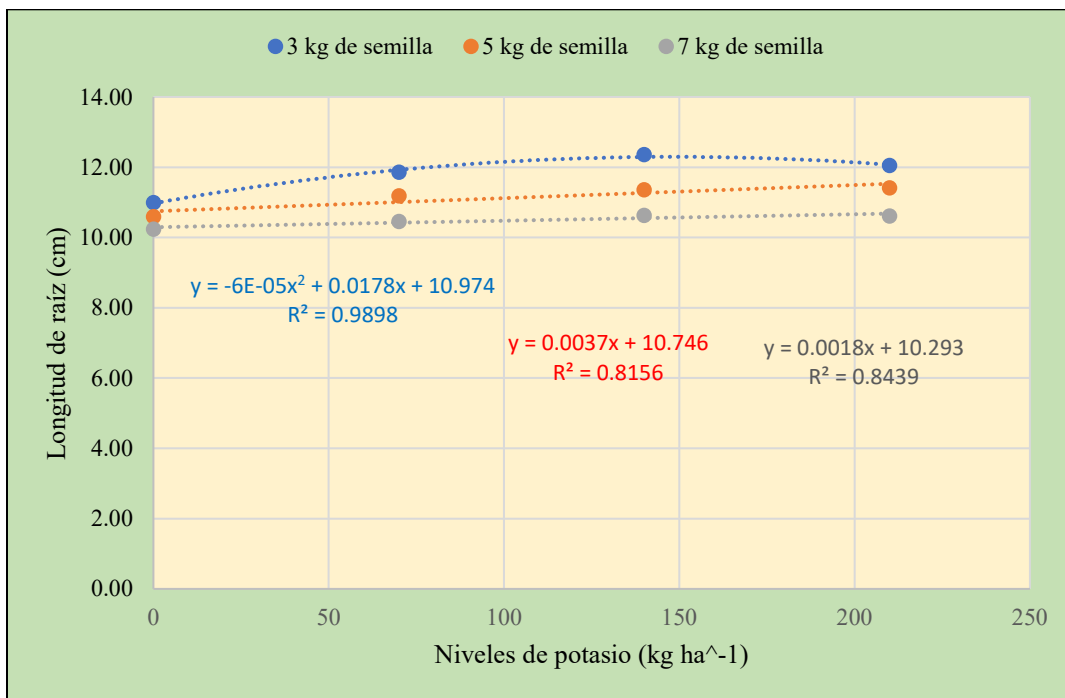
*Comparación de medias (Tukey, 0.05) de los efectos principales de densidad y niveles de potasio en longitud promedio de raíz de zanahoria. Canaán-Ayacucho.*



En la Figura 3.3 se muestra comparación de medias de longitud promedio de raíz, donde notamos que la densidad más baja (3.0 kg) influyó significativamente en longitud de raíz, 11.82 cm, superando al efecto de la alta densidad con 12.68%. En efecto de los niveles

de potasio, con  $140 \text{ kg ha}^{-1}$  se encontró una longitud promedio de 11.45 cm, cuyo resultado supera al testigo con 7.92%; sin embargo, este resultado no difiere estadísticamente respecto al efecto de 210 y  $70 \text{ kg ha}^{-1}$  de potasio, cuyos valores resultaron 11.36 y 11.17 cm, respectivamente. Meza y Daboín-León (2023), utilizando una densidad de siembra de 10 kg de zanahoria híbrido por hectárea, reportaron resultados similares, donde la longitud promedio de la planta fue de 16 y 18.5 cm. D'Hooghe et al. (2018), evaluaron las longitudes y diámetros de las raíces de la variedad de zanahoria tipo Nantes, y los resultados mostraron valores significativamente inferiores a los encontrados en este estudio, oscilando entre 2.26 y 10.78 cm. Machado y Tesore (2016), al evaluar el cultivo de zanahoria en cuatro localidades, reportaron longitudes y diámetros de raíz de 12.19 cm y 3.45 cm, respectivamente, valores que resultan comparables con los obtenidos en la presente investigación. Alessandro (2013) descubrió que la longitud promedio de varias variedades de zanahoria era de 14,9 cm, lo que es comparable a los resultados de este estudio. Yance (2018) evaluó el efecto de seis densidades de siembra (10x50, 15x50, 20x50, 25x50, 30x50 cm y voleo (testigo)) en dos variedades de zanahoria (japonesa y Nantes), donde descubrió que la longitud promedio fue de 11.9 cm en la variedad nates y 10.8 en variedad japonesa, estos resultados son parecidos a esta investigación. Betelhem (2021) evaluó cuatro dosis de cloruro de potasio (0, 50, 100 y 150 kg/ha) y CDA (0, 10, 20, y 30 t/ha), obteniendo la longitud más larga de 11.44 cm con la aplicación de 50 kg/ha de KCl y 10 t/ha de CDA.

**Figura 3.4** Modelos del efecto de densidad de siembra y niveles de potasio en longitud promedio de raíz de zanahoria. Canaán – Ayacucho.



En la Figura 3.4 se muestra los modelos de regresiones del efecto de densidad de siembra y niveles de potasio en longitud promedio de raíz de zanahoria. El efecto de 3, 5 y 7 kg de semilla se ajustan al modelo cuadrático y lineal,  $y = -0.00006x^2 + 0.0178x + 10.974$ ,  $y = 0.0037x + 10.746$ ,  $y = 0.0018x + 10.293$ , respectivamente. A partir del primer modelo cuadrático se determinó que el nivel  $148.33 \text{ kg ha}^{-1}$  de potasio maximiza la longitud de raíces de zanahoria. En resto de los modelos lineales, los términos independientes de 10.746 y 10.293 indican longitud de raíces sin fertilización; mientras, los coeficientes 0.0037 y 0.0018 indican el pendiente o incremento de longitud de raíz por cada unidad de potasio incorporado, respectivamente.

### 3.2.3. Diámetro de raíz

**Tabla 3.4**

*Análisis de varianza del diámetro promedio de raíz de zanahoria, bajo el efecto de densidades de siembra y niveles de potasio. Canaán-Ayacucho*

<b>F.V.</b>	<b>G. L</b>	<b>S. C</b>	<b>C. M</b>	<b>Fc</b>	<b>p-valor</b>
Bloques	2	0.07	0.04	4.67	0.090 ns
Densidad de siembra (D)	2	2.52	1.26	168.00	<b>0.0001 **</b>
Error (a)	4	0.03	0.01		
Total, parcela	8	2.62			
Niveles de K <sub>2</sub> O (K)	3	0.13	0.04	3.333	<b>0.0408 **</b>
Interacción (D x K)	6	0.05	0.01	0.641	0.6964 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/3 kg semilla</b>					
R. lineal	1	0.117	0.117	9.000	<b>0.0077**</b>
R. cuadrática	1	0.004	0.004	0.308	0.5859 ns
R. cúbica	1	0.012	0.012	0.923	0.3494 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/5 kg semilla</b>					
R. lineal	1	0.004	0.004	0.308	0.5859 ns
R. cuadrática	1	0.016	0.016	1.231	0.2819 ns
R. cúbica	1	0.0040	0.0040	0.308	0.5859 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/7 kg semilla</b>					
R. lineal	1	0.024	0.024	1.846	0.1910 ns
R. cuadrática	1	0.000	0.000	0.006	0.9403 ns
R. cúbica	1	0.0020	0.0020	0.154	0.6995 ns
Error (b)	18	0.234	0.013		
Total	35	3.03			

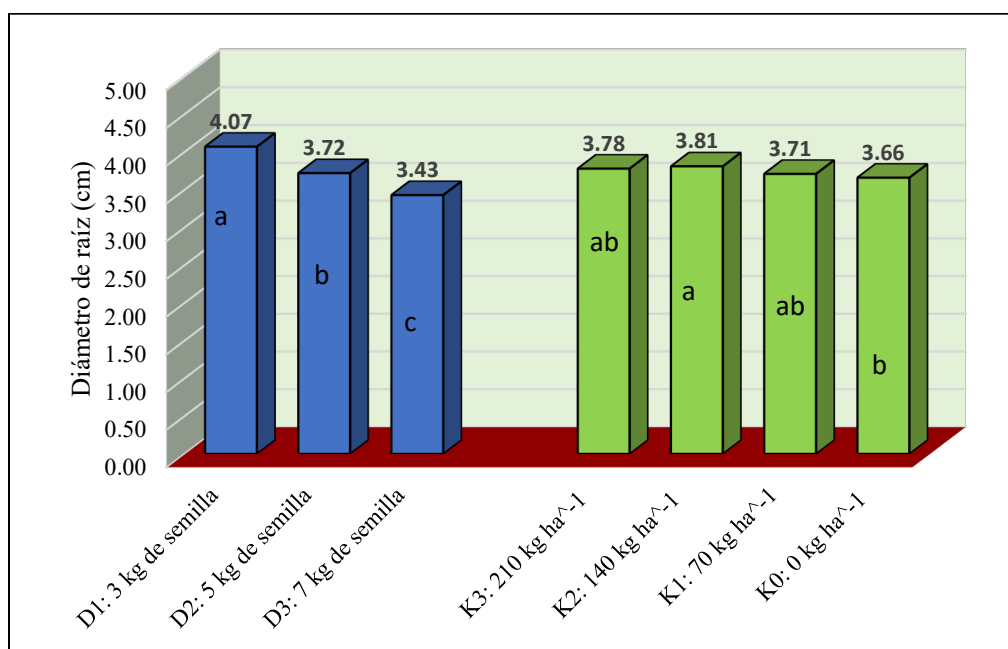
CV (%): 3.05

En la Tabla 3.4 se presenta el análisis de varianza (ANVA) correspondiente al diámetro promedio de la raíz de zanahoria, donde se observa una alta significancia estadística únicamente en los efectos de la densidad de siembra y de los niveles de potasio, mientras que la interacción entre ambos factores no mostró diferencias significativas. Este resultado

sugiere que el diámetro de la raíz respondió de manera positiva únicamente a los efectos de la densidad de siembra y de los niveles de potasio. Se obtuvo un coeficiente de variación de 3.05%, lo que refleja un adecuado nivel de precisión y confiabilidad en los datos obtenidos. Este reporte nos permite realizar análisis de comparación de medias en función del efecto de densidad de siembra y niveles de potasio. Según el ANVA de las regresiones, se encontró modelo lineal significativa solamente en el efecto de 3 kg de semillas y niveles de potasio.

**Figura 3.5**

*Comparación de medias (Tukey, 0.05) del efecto principal de densidad de siembra en diámetro promedio de raíz de zanahoria. Canaán – Ayacucho.*

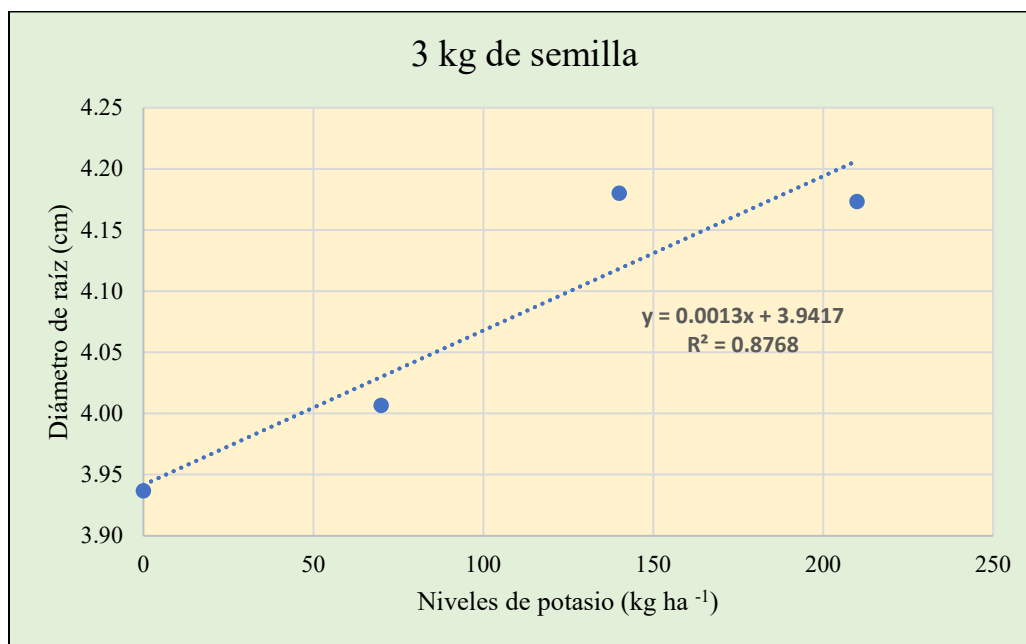


En la Figura 3.5 se muestra comparación de medias del diámetro promedio de raíz, donde notamos que la densidad más baja (3.0 kg) influyó significativamente en diámetro de raíz, 4.07 cm, superando al efecto de la alta densidad con 17.78%. En efecto de los niveles de potasio, con 140 kg ha<sup>-1</sup> se encontró un diámetro promedio de 3.81 cm, cuyo resultado supera al testigo con 4.09%; sin embargo, este resultado no difiere estadísticamente respecto a los efectos de 210 y 70 kg ha<sup>-1</sup> de potasio, cuyos valores resultaron 3.78 y 3.71 cm,

respectivamente. D'Hooghe et al. (2018), evaluaron las longitudes y diámetros de las raíces de la variedad de zanahoria tipo Nantes, y los resultados mostraron valores significativamente inferiores a los encontrados en este estudio, oscilando entre 2.26 y 10.78 cm. Machado y Tesore (2016), al evaluar el cultivo de zanahoria en cuatro localidades, reportaron longitudes y diámetros de raíz de 12.19 cm y 3.45 cm, respectivamente, valores que coinciden con los obtenidos en la presente investigación. Betelham (2021) en su investigación evaluó cuatro dosis de abonamiento con KCl (0, 50, 100 y 150 kg/ha) y CDA (ceniza de estiércol de ganado) (0, 10, 20 y 30 t/ha), determinando el mayor diámetro de 2.10 cm con la aplicación de 50 kg/ha de KCl y 30 t/ha de CDA (ceniza de estiércol de ganado).

### Figura 3.6

*Modelos del efecto de densidad de siembra y niveles de potasio en diámetro promedio de raíz de zanahoria. Canaán-Ayacucho*



En la Figura 3.6 se muestra el modelo de regresión del efecto de densidad de siembra y niveles de potasio en diámetro promedio de raíz de zanahoria. El efecto de 3kg de semilla se ajusta al modelo lineal,  $y = 0.0013x + 3.9417$ . En este modelo lineal encontramos diámetro

de 3.9417 cm sin potasio y un incremento de 0.0013 cm por cada unidad de fertilización potásico incorporado.

### 3.2.4. Grados brix de la raíz de zanahoria

**Tabla 3.5**

*Análisis de varianza de grados brix promedio de raíz de zanahoria, bajo efecto de densidades de siembra y niveles de potasio. Canaán – Ayacucho.*

<b>F.V.</b>	<b>G. L</b>	<b>S. C</b>	<b>C. M</b>	<b>Fc</b>	<b>p-valor</b>
Bloques	2	0.20	0.10	0.63	0.3349 ns
Densidad de siembra (D)	2	0.04	0.02	0.13	<b>0.8796 ns</b>
Error (a)	4	0.63	0.16		
Total, parcela	8	0.88			
Niveles de K (K)	3	50.17	16.72	193.956	<b>&lt;0.0001 **</b>
Interacción (D x K)	6	1.33	0.22	2.573	0.0560 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/3 kg semilla</b>					
R. lineal	1	18.928	18.928	219.526	<b>&lt;0.0001 **</b>
R. cuadrática	1	2.521	2.521	29.238	<b>&lt;0.0001 **</b>
R. cúbica	1	0.060	0.060	0.696	0.4151 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/5 kg semilla</b>					
R. lineal	1	14.702	14.702	170.513	<b>&lt;0.0001 **</b>
R. cuadrática	1	0.607	0.607	7.040	<b>0.0160 *</b>
R. cúbica	1	0.2800	0.2800	3.247	0.0883 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/7 kg semilla</b>					
R. lineal	1	13.920	13.920	161.443	<b>&lt;0.0001 **</b>
R. cuadrática	1	0.301	0.301	3.491	0.0781 ns
R. cúbica	1	0.1810	0.1810	2.099	0.1646 ns
Error (b)	18	1.552	0.086		
Total	35	53.93			

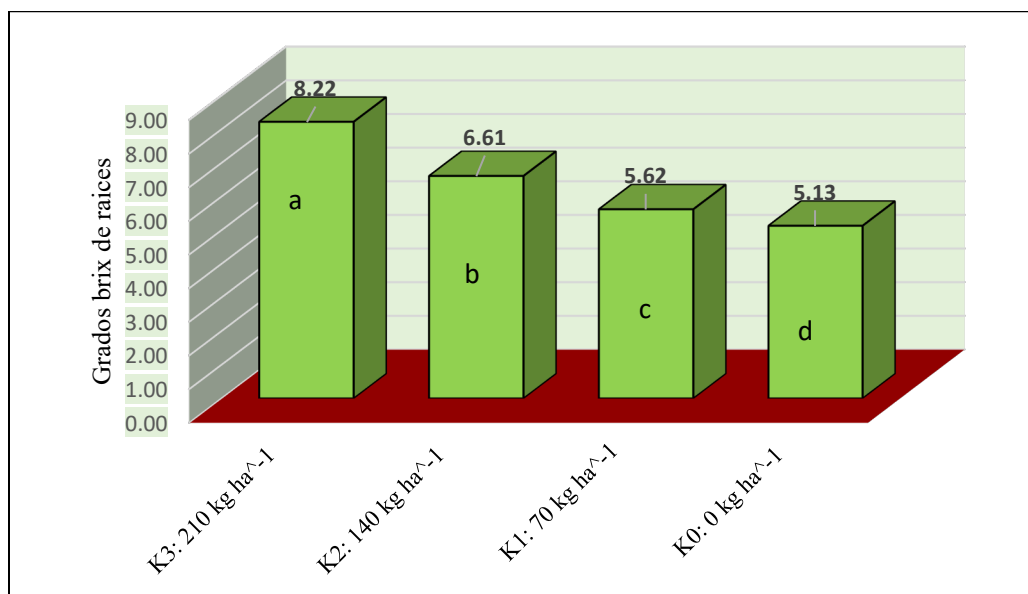
CV (%): 4.59

En la Tabla 3.5 se presenta el análisis de varianza (ANVA) del contenido promedio de grados Brix en la raíz de zanahoria, donde se observa una alta significancia estadística

únicamente en el efecto de los niveles de potasio, mientras que la interacción entre factores y la densidad de siembra no mostró diferencias significativas. Este resultado indica que el grado Brix de las raíces respondió positivamente a la fertilización potásica. Se obtuvo un coeficiente de variación de 4.59%, lo que refleja la precisión y confiabilidad de los datos, permitiendo realizar comparaciones de medias considerando el efecto de los niveles de potasio. Según el ANVA de las regresiones, se encontró modelo lineal significativa en las tres condiciones de la factorial. Zorrilla y Ariel (2017), evaluando fertilización potásica afirmaron que no encontraron una diferencia significativa en los sólidos solubles o grados brix de zanahoria. Miculax (2014) evaluó 3 niveles de fertilización (0-0-0; 200-400-150 y 400-800-300 kg/ha) de NPK, donde se identificó que los niveles de fertilización 400-800-300 kg/ha de y 200-400-150 kg/ha, mostraron un mayor contenido de sólidos solubles 7.08 y 6.99° brix respectivamente, lo cual es similar a esta investigación.

**Figura 3.7**

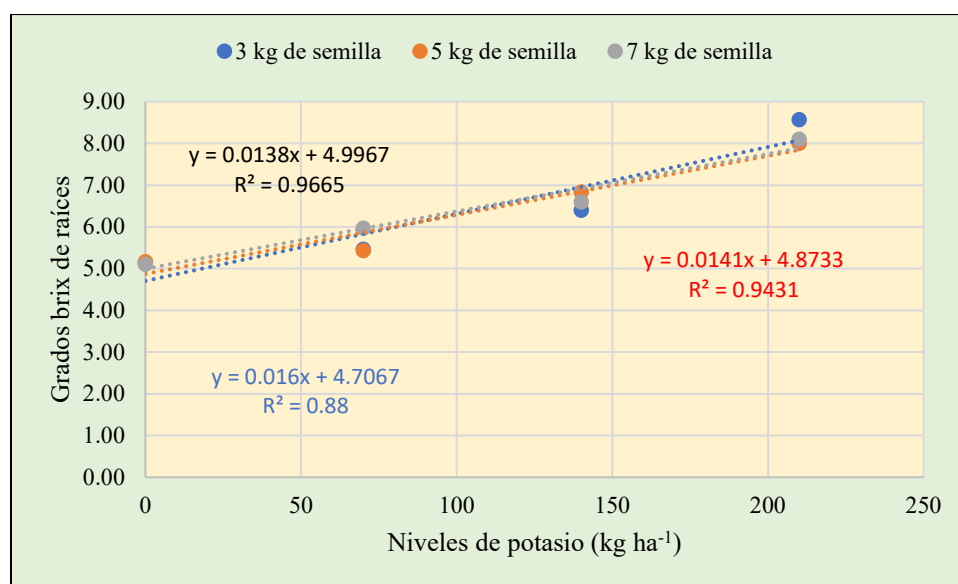
*Comparación de medias (Tukey, 0.05) del efecto principal de niveles de potasio en grados brix promedio de raíz de zanahoria. Canaán –Ayacucho.*



En la Figura 3.7 se muestra comparación de medias de los grados brix promedio en los niveles de potasio. Con nivel más alto (210 kg ha<sup>-1</sup>) se encontró 8.22 grados brix, superior estadísticamente respecto al efecto de los demás niveles, superando al testigo con 60.23%. Además, el grado brix de raíces se incrementa a medida que crece el nivel de fertilización potásico.

### Figura 3.8

*Modelos del efecto de densidad de siembra y niveles de potasio en grados brix promedio de raíz de zanahoria. Canaán –Ayacucho.*



En la Figura 3.8 se muestra los modelos de regresión del efecto de densidad de siembra y niveles de potasio en grados brix promedio de raíz de zanahoria. En los efectos de 3, 5 y 7 kg de semilla se ajustan al modelo lineal,  $y = 0.016x + 4.7067$ ,  $y = 0.0141x + 4.8733$ ,  $y = 0.0138x + 4.9967$ , respectivamente. Estos modelos lineales exponen pendientes o incrementos de 0.016, 0.0141 y 0.0138 cm por cada unidad de potasio incorporado, respectivamente. Los términos independientes de cada ecuación indican el grado brix sin la fertilización potásico en cada una de las densidades de siembra. Los coeficientes de

determinación ( $R^2$ ) indican el porcentaje de variabilidad que explican los modelos de regresión, 88, 94.31 y 96.65%, respectivamente.

### 3.2.5. Materia seca (%)

**Tabla 3.6**

*Análisis de varianza de materia seca promedio de zanahoria, bajo el efecto de densidades de siembra y niveles de potasio, Canaán – Ayacucho.*

<b>F.V.</b>	<b>G. L</b>	<b>S. C</b>	<b>C. M</b>	<b>Fc</b>	<b>p-valor</b>
Bloques	2	3.05	1.53	6.42	0.0564 ns
Densidad de siembra (D)	2	0.23	0.12	0.48	0.6482 ns
Error (a)	4	0.95	0.24		
Total, parcela	8	4.23			
Niveles de K (K)	3	14.00	4.67	17.320	<b>&lt;0.0001 **</b>
Interacción (D x K)	6	1.42	0.24	0.878	0.5301 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/3 kg semilla</b>					
R. lineal	1	7.812	7.812	28.993	<b>&lt;0.0001 **</b>
R. cuadrática	1	0.060	0.060	0.223	0.6427 ns
R. cúbica	1	0.022	0.022	0.082	0.7783 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/5 kg semilla</b>					
R. lineal	1	2.493	2.493	9.252	<b>0.0070 **</b>
R. cuadrática	1	0.078	0.078	0.289	0.5971 ns
R. cúbica	1	0.0000	0.0000	0.000	0.9980 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/7 kg semilla</b>					
R. lineal	1	4.363	4.363	16.193	<b>0.0008 **</b>
R. cuadrática	1	0.208	0.208	0.772	0.3912 ns
R. cúbica	1	0.3780	0.3780	1.403	0.2516 ns
Error (b)	18	4.850	0.269		
Total	35	24.50			

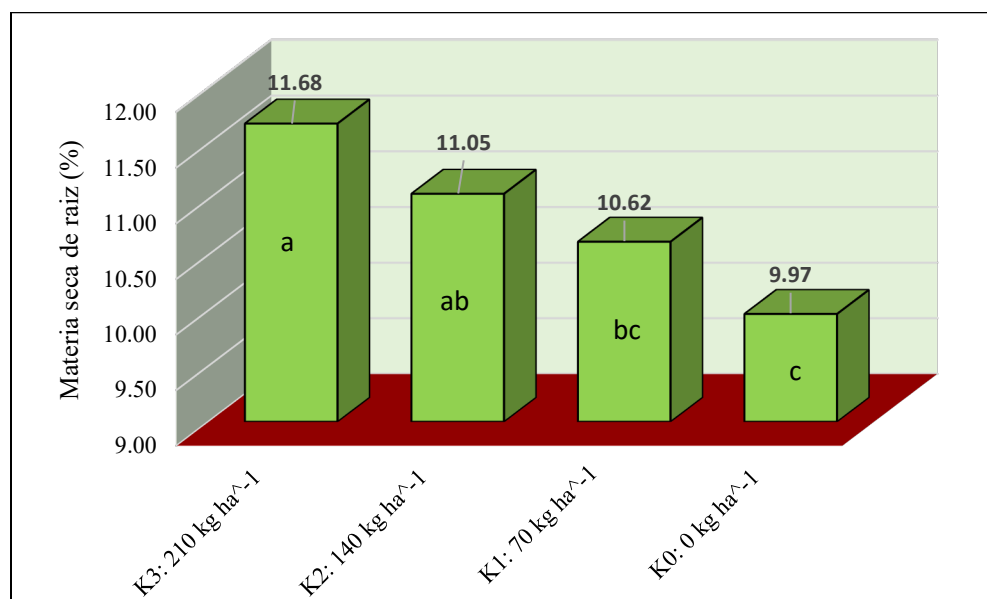
CV (%): 4.79

En la Tabla 3.6 se presenta el análisis de varianza (ANVA) de la materia seca promedio de la zanahoria, donde se observa una alta significancia estadística únicamente en

el efecto de los niveles de potasio, mientras que la densidad de siembra y la interacción entre factores no mostraron diferencias significativas. Este resultado indica que la materia seca respondió positivamente únicamente a la fertilización con potasio. Se obtuvo un coeficiente de variación de 4.79%, lo que evidencia la precisión y confiabilidad de los datos, permitiendo realizar comparaciones de medias considerando el efecto de los niveles de potasio. Además, según el ANVA de las regresiones, el modelo lineal fue significativo en las tres condiciones del factorial.

### Figura 3.9

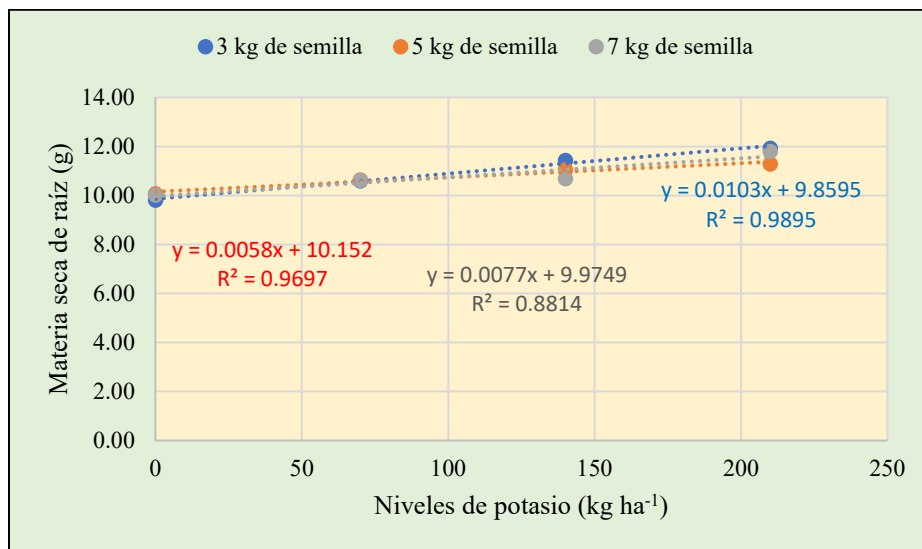
*Comparación de medias (Tukey, 0.05) del efecto principal de niveles de potasio en materia seca promedio de raíz de zanahoria. Canaán – Ayacucho.*



En la Figura 3.9 se muestra comparación de medias de materia seca promedio en los niveles de potasio. Con nivel más alto (210 kg ha<sup>-1</sup>) se encontró 11.68 g de materia seca, superando al testigo con 17.15%; no obstante, este resultado no difiere claramente con el efecto de 140 kg ha<sup>-1</sup>, 11.05 g. Renna (2022) en su evaluación físico-químico por mejoramiento clásico de cuatro variedades de zanahoria, obtuvo superiores a 11%. Estos datos son similares con el estudio realizado.

**Figura 3.10**

*Modelos del efecto de densidad de siembra y niveles de potasio en materia seca promedio de zanahoria. Canaán-Ayacucho*



En la Figura 3.10 se muestran los modelos de regresión del efecto de densidad de siembra y niveles de potasio en materia seca promedio de zanahoria. En los efectos de 3, 5 y 7 kg de semilla se ajustan al modelo lineal,  $y = 0.0103x + 9.8595$ ,  $y = 0.0058x + 10.152$ ,  $y = 0.0077x + 9.9749$ , respectivamente. Estos modelos lineales exponen pendientes o incrementos de 0.0103, 0.0058 y 0.0077 cm por cada unidad de potasio incorporado, respectivamente. Los términos independientes de cada ecuación indican la M.S. sin la fertilización potásico en cada una de las densidades de siembra. Los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) indican el porcentaje de variabilidad que explican los modelos de regresión, 98.95, 96.97 y 88.14%, respectivamente.

### 3.2.6. Rendimiento (kg/ha)

**Tabla 3.7**

*Análisis de varianza de rendimiento promedio de zanahoria, bajo el efecto de densidades de siembra y niveles de potasio. Canaán – Ayacucho.*

<b>F.V.</b>	<b>G. L</b>	<b>S. C</b>	<b>C. M</b>	<b>Fc</b>	<b>p-valor</b>
Bloques	2	2156562.66	1078281.33	0.77	0.5212 ns
Densidad de siembra (D)	2	343106833.53	171553416.77	122.56	<b>0.0003 **</b>
Error (a)	4	5599061.53	1399765.38		
Total, parcela	8	350862457.72			
Niveles de K (K)	3	296534033.86	98844677.95	11.688	<b>0.0002 **</b>
Interacción (D x K)	6	69634874.86	11605812.48	1.372	0.2783 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/3 kg semilla</b>					
R. lineal	1	178591393.07	178591393.07	21.118	<b>0.0002 **</b>
R. cuadrática	1	60081797.60	60081797.60	7.104	<b>0.0158 *</b>
R. cúbica	1	17905375.86	17905375.86	2.117	0.1629 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/5 kg semilla</b>					
R. lineal	1	72026716.22	72026716.22	8.517	<b>0.0092 **</b>
R. cuadrática	1	8644349.00	8644349.00	1.022	0.3254 ns
R. cúbica	1	2414702.45	2414702.45	0.286	0.5996 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/7 kg semilla</b>					
R. lineal	1	24018430.86	24018430.86	2.840	0.1092 ns
R. cuadrática	1	71440.90	71440.90	0.008	0.9278 ns
R. cúbica	1	2414702.45	2414702.45	0.286	0.5996 ns
Error (b)	18	152226271.50	8457015.08		
Total	35	869257637.94			

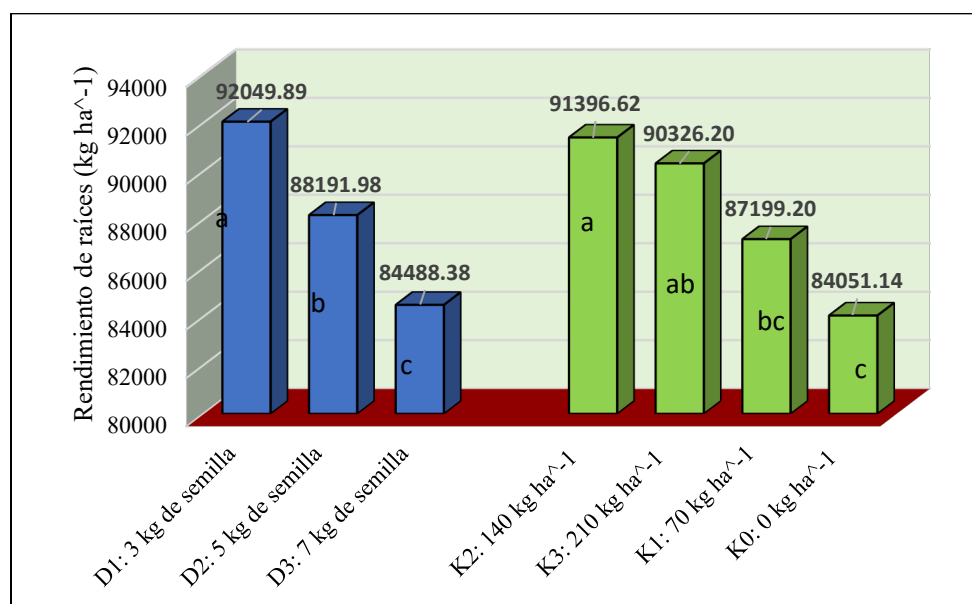
CV (%): 3.30

En la Tabla 3.7 se presenta el análisis de varianza (ANVA) del rendimiento promedio de zanahoria por hectárea, donde se observa una alta significancia estadística en los efectos principales de los niveles de potasio y la densidad de siembra, mientras que la interacción

entre ambos factores no resultó significativa. Este hallazgo indica que determinadas densidades de siembra y niveles de potasio producen efectos diferenciados en el rendimiento. Se obtuvo un coeficiente de variación de 3.30%, lo que refleja la precisión y confiabilidad de los resultados, permitiendo realizar comparaciones de medias considerando los efectos principales. Asimismo, según el ANVA de las regresiones, el modelo lineal fue significativo en las dos primeras condiciones del factorial.

**Figura 3.11**

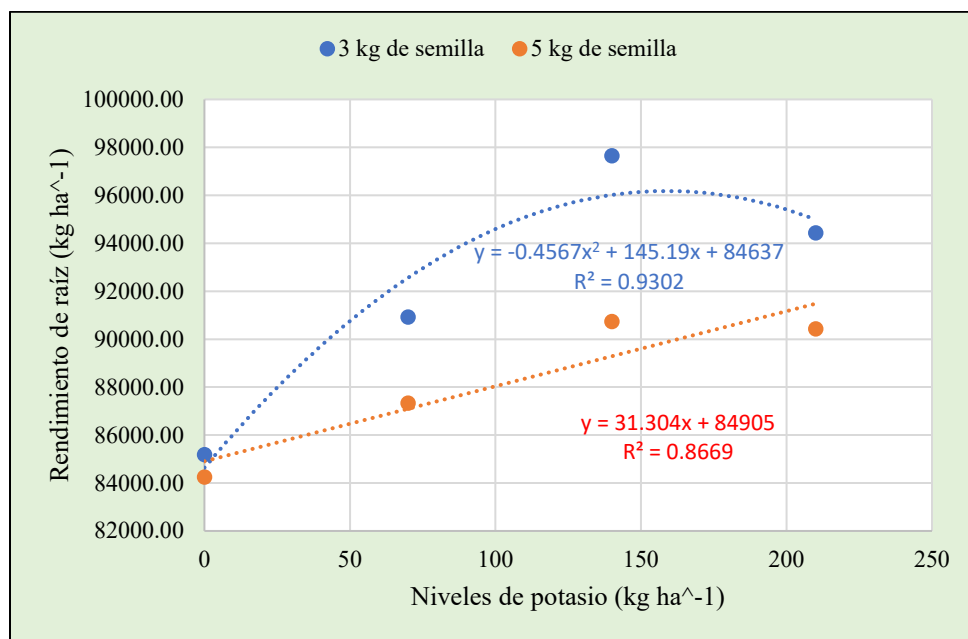
*Comparación de medias (Tukey, 0.05) del efecto principal de niveles de potasio en rendimiento promedio de raíz de zanahoria. Canaán – Ayacucho.*



En la Figura 3.11 se muestra comparación de medias de rendimiento promedio en los niveles de potasio. Con nivel de 140 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, se encontró 91,396.62 kg ha<sup>-1</sup> de rendimiento, superando al testigo con 8.74%; no obstante, este resultado no difiere de 210 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, con 90,326.20 kg ha<sup>-1</sup>. En el efecto de la densidad de siembra, la más baja (3 kg/ha) influyó significativamente con mayor rendimiento, 92,049.89 kg, superando a la densidad 5 kg/ha y densidad (7 kg/ha) con 8.95%.

**Figura 3.12**

*Modelos del efecto de densidad de siembra y niveles de potasio en rendimiento promedio de zanahoria. Canaán- Ayacucho.*



En la Figura 3.12 se muestran los modelos de regresión del efecto de densidad de siembra y niveles de potasio en rendimiento promedio de zanahoria. En los efectos de 3 y 5 kg de semilla se ajustan al modelo cuadrático y lineal,  $y = -0.4567x^2 + 145.19x + 84637$ , y  $y = 31304x + 84905$ , respectivamente. A partir del modelo cuadrático deducimos que el nivel de potasio  $158.95 \text{ kg ha}^{-1}$  maximiza el rendimiento de zanahoria cuando se utiliza 3 kg de semilla por hectárea,  $96,176.34 \text{ kg ha}^{-1}$ ; es decir, cuando incorporamos más de  $158.95 \text{ kg}$  de potasio, el rendimiento de zanahoria ya se reduce. Ahmad et al. (2021) demostraron que el crecimiento y rendimiento de las plantas de zanahoria fueron mayores al emplear una densidad de siembra de  $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$ , comparado con densidades de  $7.5 \text{ cm} \times 7.5 \text{ cm}$ ,  $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$  y  $12.5 \text{ cm} \times 12.5 \text{ cm}$ . Concluyeron que el rendimiento del cultivo tiende a incrementarse al utilizar densidades de siembra más bajas. Da Silva et al (2018), evaluaron el rendimiento de zanahorias plantadas en dos densidades diferentes y descubrieron que el

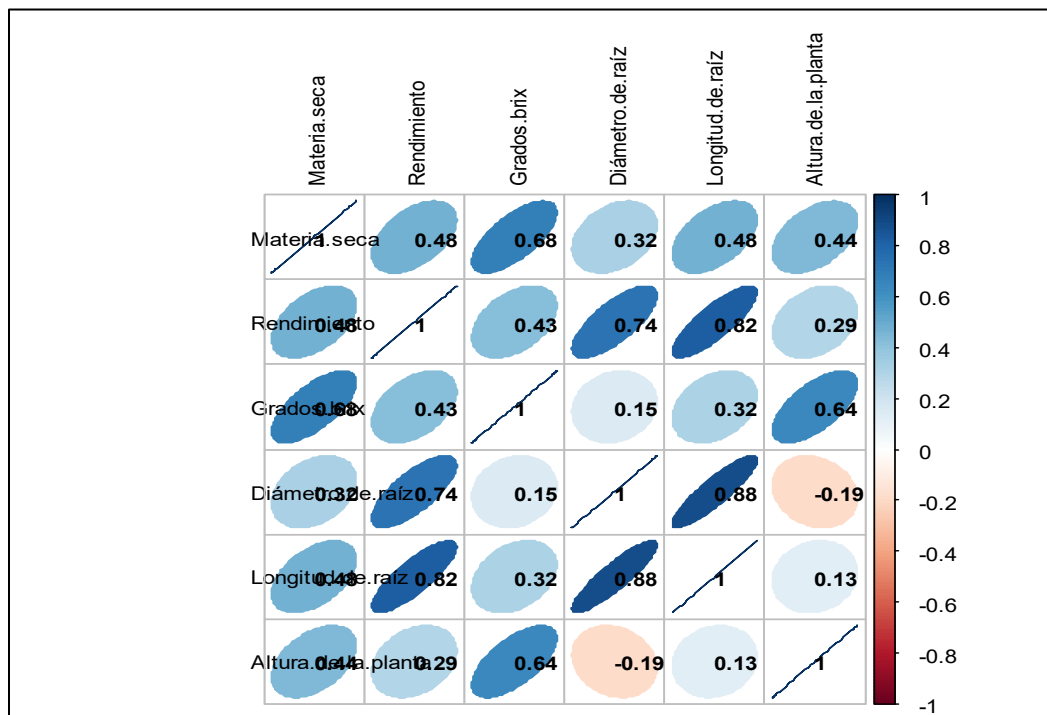
rendimiento cayó a 2390 kg ha<sup>-1</sup> con una densidad más alta de 700,000 plantas ha<sup>-1</sup>, mientras que el rendimiento aumentó a 32000 kg ha<sup>-1</sup> al plantar 606,000 plantas ha<sup>-1</sup>.

Zorrilla y Ariel (2017) evaluó la fertilización potásica y encontró diferencia significativa en el rendimiento obtenido por tratamiento, siendo el tratamiento con 265 kg de K<sub>2</sub>O el que presenta mejor rendimiento, siendo la media de 34,602.82 kg/ha. Quillahuaman (2022), evaluando 3 niveles de potasio (300, 350 y 400 kg) encontró rendimiento máximo de 97.8 t ha<sup>-1</sup> con 400 kg de nivel de potasio. Thapa y Bhandari (2023), encontraron rendimiento por parcela de 11.10 kg con la aplicación de Potasio 100 kg ha<sup>-1</sup> y Boro 3.3 kg ha<sup>-1</sup>. Sosa et al (2013) evaluaron la variedad “*concerto*” sembrando a doble hilera con una densidad de 120 plantas m<sup>-2</sup>, encontrando un rendimiento de 74.3 t ha<sup>-1</sup> con la aplicación de (240, 80, 250) de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O respectivamente. Miculax (2014) evaluó 3 niveles de fertilización (0,0,0; 200, 400, 150 y 400, 800, 300 kg/ha) de NPK en variedades de Bangor F1 y Gema F1, donde se obtuvo un rendimiento máximo de 95.24 t ha<sup>-1</sup> con nivel de fertilización de (200, 400, 150 kg/ha) en la variedad de Gema F1.

### 3.3. Correlación de las variables

**Figura 3.13**

*Coefficientes de correlación de las variables evaluadas en Zanahoria. Canaán-Ayacucho.*



En la Figura 3.13 se muestra coeficientes de correlación de las variables, en la que podemos notar que el grado brix con materia seca y altura de la planta tienen coeficientes positivos, 0.68 y 0.64, respectivamente. El rendimiento con diámetro y longitud de raíz tienen coeficientes 0.74 y 0.82, respectivamente. Los coeficientes positivos indican influencia positiva de una variable en el otro; mientras, los negativos indican una relación inversa entre ellos.

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

A base de los resultados obtenidos en esta investigación se concluye de la siguiente manera:

- 1 La densidad de siembra 3 kg/ha de semilla presentó superioridad frente a 5 y 7 kg/ha, con rendimiento con 92049.89 kg/ha de zanahoria, diámetro de la raíz con 4.07 cm y una longitud de raíz con 11.87cm, sin embargo es inferior en altura de planta con 41.88 cm.
- 2 El nivel de potasio de 140 kg/ha mostró el mayor efecto en el rendimiento del cultivo, alcanzando 91,396.62 kg/ha, seguido por el nivel de 210 kg/ha. Asimismo, este mismo nivel de 140 kg/ha registró los valores más altos en longitud de raíz (11.45 cm) y diámetro de raíz (3.81 cm). Por otro lado, los contenidos más elevados de sólidos solubles (8.22 °Brix) y de materia seca (11.68 %) se obtuvieron con el nivel de 210 kg/ha de potasio.
- 3 La interacción de densidad de siembra con niveles de potasio no tuvo una influencia significativa en los variables evaluados en el cultivo de zanahoria.

#### 4.2 Recomendaciones

- Recomendar la siembra de zanahoria con 3 kg/ha de semilla y nivel de potasio 140 kg/ha para obtener los mayores rendimientos en condiciones similares a Canaán - Ayacucho
- Continuar con las investigaciones con los mismos factores estudiados bajo diferentes condiciones para obtener mayor confiabilidad en los resultados y generar una mejora en la producción del cultivo de zanahoria en nuestra zona.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, T; TQ, B; Rosihon A; Setia G; y Rusyad M, K. (2021). Growth and Yield of Three Carrot Plant Cultivar on Different Planting Distance. *Earth and environmental Science* (830):1-5
- Alessandro, M.S. (2013). Características botánicas y tipos varietales en Manual de producción de zanahoria. (J.C. Gaviola Ed.) Ediciones INTA. pp. 27-46.
- Armadas Rojas, A., Britos, U., & Barrios, O. (2017). Respuesta del cultivo de zanahoria a la aplicación de dos abonos orgánicos al suelo. *Asociación Argentina de Horticultura*, 36(91), 8.
- Barrionuevo Logroño, M. C. (2010). Estudio bioagronómico de 12 cultivares de zanahoria (*Daucus carota* L.) tipo nantes, a realizarse en la ESPOCH, Canton Riobamba, provincia del Chimborazo. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://dspace.espoch.edu.ec>.
- Betelhem, T. (2021). Effect of potassium chloride and cattle dung ash on growth, yield and quality of carrot (*Daucus carota* L.) In Debre Berhan, Central Highlands of Ethiopia. Debre Berhan University, 69.
- Cámara de Comercio De Bogotá. (2015). Manual zanahoria. Programa de apoyo agrícola y agroindustrial vicepresidencia de fortalecimiento empresarial cámara de comercio de Bogotá.
- D'Hooghe, P., Diaz, D., Brunel-Muguet, S., Davy, M., Vial, F., Dubois, J., & Kauffmann, F. (2018). Spatial variation of root yield within cultivated carrot fields is strongly impacted by plant spacing. *Scientia Horticulturae*, (241) 29–40.

- Da Silva João Bosco C., Jairo V. Vieira, Milza M. Lana. (2018). Processing yield of the carrot cultivar Esplanada as affected by harvest time and planting density. *Scientia Horticulturae* (115):218-22.
- Dane (para tomar decisiones). (junio de 2017). Características relevantes en el cultivo de la zanahoria (*Daucus Carota* L.) En Colombia y estudios de caso sobre costos de producción en los municipios de Madrid (Cundinamarca) y Ventaquemada (Boyacá).
- Fundo la calera. (s/f). *Terrasur*. Obtenido de <https://abonosterrasur.com/>
- Gaviola, J. (2013). Manual de producción de zanahoria. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina.
- Habtamu, T., & Mnuyelet, J. (2021). Influences of spacing on yield and root size of carrot (*Daucus carota* L.) Under ridge-furrow production. *Open Agriculture*, 6, 10. <https://doi.org/10.1515/opag-2021-0062>
- Hamilton, H., & Bernier, R. (1975). N.P-K fertilizer effects on yield, composition and residues of lettuce, celery, carrot, and onion grown on an organic soil in Quebec. *Can. J. Plant sc*, 9. <https://doi.org/55:453-461>
- Inkafert fertilizantes. (2023). Inkafert. <https://www.inkafert.com.pe/es/p/15/>
- INTAGRI. (2017). Las funciones del potasio en la nutrición vegetal. México.
- Lardizábal, R. (2013). Manual de producción de zanahoria. Honduras: USAID.
- Lardizabal, R., & Theodora Ropoulos, M. (2007). producción de zanahoria.

López, B. (16 de enero de 2017). Uncomo. <https://www.mundodeportivo.com/uncomo/comida/articulo/origen-e-historia-de-la-zanahoria-44059.html>

Machado, S. & Tessore, R. (2016). Caracterización y evaluación agronómica de poblaciones locales de zanahoria en Uruguay. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de la Republica Facultad de Agronomía. Montevideo Uruguay 58 p.

Makhan, M., Panghal, V., Duhan, D., Kumar, H., & Rani, S. (2019). Effect of plant density on seed production of carrot var hisar gairic. *Journal of pharmacognosy and phytochemistry*, 14(8), 4.

Maroto Borrego, J., & Baixauli Soria, C. (2017). Cultivos hortícolas al aire libre. Cajamarca rural.

Meza, N. M., & Daboín-León, B. M. (2023). Comportamiento agronómico del híbrido de zanahoria Candela bajo dos densidades de siembra en condiciones de Cubiro, Estado Lara-Venezuela. *Agroindustria, Sociedad y Ambiente*, 1(20), 81–90. <https://revistas.uclave.org/index.php/asa/article/view/4525>.

Miculax Can, J. D. (2014). Efecto de fertilización con NPK sobre el rendimiento y calidad de dos variedades de zanahoria; Patzicia, Chimaltenango. Guatemala: Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícola.

Ministerio De Desarrollo Agrario Y Riego. (2021). Zanahoria (semana nacional de frutas y verduras).

Morales Payan, J. (1995). Cultivo de zanahoria. Fundación de desarrollo agropecuario, inc. Santo domingo, República Dominicana.

Mundo Huerto. (s/f). Mundo huerto.

<https://www.mundohuerto.com/cultivos/zanahoria/densidad-siembra#:~:text=a%3%ban%20sembrando%20con%20alta%20densidad,algunas%20grandes%20y%20otras%20medianas.>

Oliva, R. (1987). Manual de producción de semillas Hortícolas. Zanahoria. INTA. Argentina.

Pacifex fertilizantes. (2020). Ficha técnica (cloruro de potasio). Guadalajara, México.

Pallo Martínez, K. (04 de setiembre de 2022). Adaptación de diez genotipos de zanahoria (*Daucus carota*) para zonas de altura en Quero-Tungurahua. 48. Ambato, Ecuador.

Quillahuaman Gonzales, L. (2022). Comparativo de tres niveles de fertirrigación potásica en el rendimiento de zanahoria (*Daucos carota* L.), bajo riego localizado en el centro Agronómico Kayra. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 152.

Renna, A. (2022). Caracterización y evaluación de la calidad fisicoquímica de nuevas variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.) obtenidas para el mejoramiento clásico, para consumo en fresco y/o industria. Universidad Nacional de Cuyo.

Rick, & Mon. (S/f). Obtenido de Nature Guide:  
<https://nature.guide/card.aspx?lang=es&id=1014>

Rodríguez García, T. (2012). Fertilización orgánica del cultivo de zanahoria. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

Saavedra del Rea, G., & Kehr Mellado, E. (s/f). Zanahoria (*Daucus carota* L., var. *Sativus hoffm.*). Instituto de Investigaciones Agropecuarias INÍA / ministerio de agricultura.

- SENASA. (s/f). Guía para la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA) para el cultivo de zanahoria. Ministerio de Agricultura y Riego.
- Sosa, A., Ruiz, G., Bazante, I., Mendoza, A., Etchevers, J., Padilla, J., & Castellanos, J. (2013). Absorción de nitrógeno, fosforo y potasio en zanahoria (*Daucus carota* L.) cultivada en el Bajío de México. 04.
- Suasnabar Astete, C., & Torres Suárez, G. (2022). Fitosanidad del cultivo de zanahoria. El Mantaro: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Thapa, A., & Bhandari, S. (2023). Effect of different levels of potassium and boron on growth, yield and quality of carrot (*Daucus carota* cv. New Kuroda) in Nawalparasi, Nepal. International journal of innovative science and research technology, 8(2), 8.
- Tinoco Azanza, V. (2020). Efecto de la densidad poblacional en parámetros morfológicos y agronómicos de la zanahoria (*Daucus carota* L.) En la granja Santa Inés. Universidad Técnica de Machala, 76.
- Yance Alvarado, N. (2018). Evaluación de seis densidades de siembra, sobre el rendimiento de dos variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.). Babahoyo: Universidad técnica de Babahoyo.
- Zorrilla, T., & Ariel, D. (2017) Evaluación del efecto de la fertilización a base de potasio en la concentración de sólidos solubles (grados brix) en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.) para exportación, diagnóstico y servicios realizados en fincas de la Empresa Tierra de Árboles S.A. Ubicadas en Zaragoza, Chimaltenango, Guatemala, C.A. Licenciatura thesis, Universidad de San Carlos de Guatemala.

## ANEXOS

### Anexo 1 Panel fotográfico



**Foto 1.** Parcela experimental



**Foto 2.** Preparación de terreno



**foto 3.** Abonamiento con terrasur



**Foto 4.** Siembra



**Foto 5.** Instalación de cintas de riego



**Foto 6.** Emergencia y crecimiento del cultivo



**Foto 7.** Deshierbo



**Foto 8.** Crecimiento y desarrollo del cultivo



**Foto 9.** Fertilización con cloruro de potasio



**Foto 10.** Control de plagas y segundo deshierbo



**Foto 11.** Evaluación en campo



Foto 12. Evaluación en gabinete



Foto 13. Evaluación en laboratorio

Anexo 2 Análisis de caracterización de suelo del Centro Experimental Canaán – UNSCH



## MULTISERVICIOS AGROLAB

**INGENIEROS TRABAJANDO POR UN AGRO SOSTENIBLE**

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

**ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN**

**ASESORÍA Y CAPACITACIÓN EN:**

- EVALUACIÓN Y MUESTREO DE SUELOS.
- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS AGRÍCOLA.
- USO, MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS.
- ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL.
- AGRICULTURA SUSTENTABLE.

Solicitante		Sr. Ronald Huallpa Mucha				Fecha	21/08/2023				
Nombre de proyecto		N/A									
Departamento		Ayacucho		Provincia		Huamanga		Distrito		Andrés A. Cáceres	
Localidad		Canaan		Altitud (m.s.n.m.)		2750		Coordenadas		N/A	
Sector											

Lab	N° Muestra	Campo	pH (1:2.5)	C.E. (1:1) dS.m-1	CaCO <sub>3</sub> (%)	Nt (%)	MO (%)	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes cambiabiles					% Sat de Bases
										Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	
12313		Canaan	7.74	0.21	0.92	0.14	2.89	20.72	273	49	30	21	Fr	23.71	18.07	3.45	1.12	1.05	0.00	100



**Ph. D. MARLENI CERDA GÓMEZ**  
Responsable de Laboratorio

A = arena, A.Fr = Arena franca; Fr.A. = Franco arenoso; Fr = Franco; Fr.L = Franco limoso; L = Limoso; FrArA = Franco arcillo arenoso; FrAr = Franco arcilloso; FrArL = Franco arcillo limoso; ArA = Arcillo arenoso; ArL = Arcillo limoso; Ar = Arcilloso.

Urb. Mariscal Cáceres Mz. "G-12" - Ayacucho / ☎ (066) 312049 - 📞 966938028 - 966631889 / 📠 982781298 ✉ agrolab01@yahoo.es - agrolab107@gmail.com

### Anexo 3 Cronograma de actividades comprendidos de abril a noviembre del 2023

Cronograma										
Nro.	Actividades	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	
1	Elaboración de proyecto	X	X	X						
2	Preparación de materiales (semilla e insumos) y análisis del suelo				X					
3	Preparación del terreno e instalación del cultivo			X						
4	Manejo agronómico			X	X	X	x			
5	Evaluación en campo				X	X	x			
6	Cosecha					X	X			
7	Evaluación en laboratorio					X	X			
8	Procesamiento de datos						X	x		
9	Informe parcial							X		
10	Informe final							X	X	

### Anexo 4 Datos evaluados en el campo

1RA REPETICION												
TRATAMIENTO	K0			K1			K2			K3		
	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz
D1	35	12	3,8	39	10,3	4,1	39	11	4,4	45	12,6	4,3
	36	10,5	3,6	43	12,5	4,6	43	12,5	4,6	37	12,5	4,2
	37	12	4,2	42	12,7	4,5	49	10,5	4,1	41	10,5	4,3
	34	12,5	5	38	11,5	4,2	40	13	4,6	45	12,6	4
	35	11	3,9	37	10,6	4	45	11	4,6	38	12	4,6
	37	11	4,4	42	12,5	3,8	45	13	4	44	12,8	4,2
	36	11,6	3,9	41	13,2	3,6	37	12	4	48	11	4
	37	12,5	3,9	43	12,1	4,4	44	12,2	4,9	38	11	3,9
	36	11,5	3,6	42	12,6	4,1	44	13	4,8	39	12,2	3,8
	36	11	4,3	41	11,2	3,9	40	13,5	4	40	13	4,2
	35,9	11,56	4,06	40,8	11,92	4,12	42,6	12,17	4,4	41,5	12,02	4,15
TRATAMIENTO	K0			K1			K2			K3		
	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz
D2	36	12,2	4,2	40	11,5	3,5	45	12,3	3,7	44	13	4,2
	40	10	4	43	11,7	3,8	45	10,3	3,7	45	11	3,5
	36	10,5	3,9	42	11	3,7	49	11,2	3,5	39	12	3,6
	38	10,2	4	39	12,5	3,5	46	10,5	4	50	12	4,1
	34	12,5	4,2	42	11,6	3,7	42	12	3,8	46	10,6	3,9
	38	10,6	4,2	42	12,3	4,2	38	11	3,9	47	12,5	3,8
	34	11,5	3,7	40	10,7	4,2	39	11	3,9	53	10,5	3,8
	35	10	3,8	41	11	3,6	40	12,4	3,4	43	12,4	4
	38	10,5	3,4	44	11,5	3,6	42	10,5	4,1	43	10,6	3,5
	34	11	3,5	40	10,1	3,6	41	11	3,3	39	12,3	3,4
	36,3	10,9	3,89	41,3	11,39	3,74	42,7	11,22	3,73	44,9	11,69	3,78
TRATAMIENTO	K0			K1			K2			K3		
	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz
D3	43	9,5	3,3	42	9,2	3,1	44	11	3,3	41	11,6	3,2
	38	10,6	3,8	47	9,5	3,2	45	10,6	3,5	42	10,7	3,8
	38	10	3,5	43	11,5	3,6	44	10	3,5	50	10	3,2
	44	10	3,5	44	9,3	3,1	45	11	3,2	40	10	3,4
	35	12,2	3,2	41	11	3,6	47	11,2	3,9	55	11	3,1
	37	10	3,5	39	9,6	3,8	45	11	3,8	44	10,5	3,6
	44	11	3,3	44	11,8	3,7	45	10	3,7	48	10,5	3,6
	45	11,6	3,5	39	11	3,3	44	10,3	3,8	47	10	3,2
	37	10,7	3,7	47	10,5	3,5	43	11,1	3,4	42	11	3,3
	42	10	3,6	45	9,5	3	50	10	3,1	43	11,1	3,3
	40,3	10,56	3,49	43,1	10,29	3,39	45,2	10,62	3,52	45,2	10,64	3,37

2DA REPETICION													
TRATAMIENTO	K0			K1			K2			K3			
	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	
D1	37	10	3,6	47	11,1	3,8	45	12	4,6	45	11	4,2	
	34	11	4,2	40	11,7	3,8	46	12,2	4,5	45	12	4	
	35	10,6	4	44	12,3	4,2	47	13,6	4,2	46	11,6	4,5	
	33	12	4,3	46	12,8	4,1	44	12,5	3,6	41	12,6	4	
	37	10,5	3,6	46	12,5	4,1	44	13	4,2	43	12,8	4,1	
	39	10,5	3,8	45	12	3,7	46	12,5	4	44	11,3	4,2	
	38	10	4,5	46	12	3,7	48	12	4,5	44	12	4,1	
	38	11,4	3,5	44	11	3,8	47	14	4	49	12,5	4,7	
	38	10	4,2	47	10,6	3,9	48	11,5	3,5	46	12,1	4,1	
	38	9,6	3,6	45	12	4	45	11	3,4	49	13	4	
		36,7	10,56	3,93	45	11,8	3,91	46	12,43	4,05	45,2	12,09	4,19
	TRATAMIENTO	K0			K1			K2			K3		
Alt. planta		Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	
D2	37	12	3,9	47	12,5	4	45	10,8	4,2	48	12	3,3	
	39	10	3,9	46	11,2	3,5	50	11	3,7	47	12	3,8	
	37	10,4	3,8	48	12	4	46	10,8	3,6	49	10,5	3,7	
	39	10,6	3,7	48	9,3	4	48	11	3,7	47	10,5	3,6	
	38	10,3	3,5	47	10,7	3,4	47	12	4,2	45	10,5	3,6	
	40	10	3,2	48	9,8	3,4	49	12,2	4,1	46	10,1	3,4	
	37	11	3,9	46	11,2	4,2	50	12,3	4,1	49	11	3,4	
	43	10,2	3,6	45	12,2	3,7	50	12,2	4,2	48	12	3,7	
	38	10	3,2	47	12	3,2	48	11	3,8	46	12	3,6	
	39	10,5	3,2	45	9,3	3,2	49	12	3,5	46	12	3,7	
		38,7	10,5	3,59	46,7	11,02	3,66	48,2	11,53	3,91	47,1	11,26	3,58
	TRATAMIENTO	K0			K1			K2			K3		
Alt. planta		Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	
D3	40	9,1	3,2	46	10,1	3,4	50	11,5	3	48	10	4,4	
	39	10,7	3,1	46	10	3,3	45	11,5	3	48	12,5	3,5	
	42	12	3,4	47	10,4	3,4	46	9,5	4	46	10,5	3,9	
	38	9,1	3,2	45	12,6	3,3	48	10,1	3,6	50	10,5	3,1	
	40	9,5	3,2	50	11,2	3,3	44	11	3,8	45	11	3,3	
	42	10	3,5	43	10,2	3,3	45	11,2	3,6	52	11,4	3,4	
	40	11	3,2	51	10,2	3,4	45	10,6	3,5	54	11,7	3,2	
	38	10,1	3,3	48	10,5	3,5	48	11,2	3,9	49	9,5	3,4	
	40	10,6	3,3	50	10,2	3,4	50	11	3,7	48	10	3,6	
	43	9,1	3,5	42	11,2	3,4	48	11,2	3,6	46	10	3,4	
		40,2	10,12	3,29	46,8	10,66	3,37	46,9	10,88	3,57	48,6	10,71	3,52
	3RA REPETICION												
TRATAMIENTO	K0			K1			K2			K3			
	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	
D1	35	11	4	45	12,4	4,1	46	11,5	4,3	45	12,7	4	
	36	11,5	4	43	11,7	4	39	12	4,3	47	11,2	3,8	
	40	10	3,8	44	11,5	4,5	43	12,5	4,1	45	13	4,4	
	39	10,5	3,6	42	12,2	4	44	11,3	4	45	10,5	4,2	
	35	11	3,6	45	11,2	4	46	13,5	4	48	12,6	4	
	36	11,5	4,2	45	11,5	4,4	39	13	4,2	44	12	4,3	
	37	11,6	3,8	44	12	3,8	46	12,3	4,2	45	13	4,3	
	40	10,5	3,7	42	11	3,6	45	11,7	3,6	44	12,1	4,2	
	36	10,1	3,8	43	13	3,7	45	14	4	49	10,6	4,2	
	35	11	3,7	38	12	3,8	44	13	4,2	51	12,7	4,4	
		36,9	10,87	3,82	43,1	11,85	3,99	43,7	12,48	4,09	46,3	12,04	4,18
	TRATAMIENTO	K0			K1			K2			K3		
Alt. planta		Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	
D2	39	11	4,3	44	10,2	3,6	47	10	3,6	46	12,5	3,5	
	40	10,3	4,3	49	12	4,1	45	11,5	4,2	49	11	3,7	
	43	10,6	3,4	47	10,1	3,7	44	10	3,8	49	11	3,5	
	40	10,6	3,5	49	12	3,7	48	12	3,7	48	12	4,1	
	38	10	3,3	44	12	3,5	45	12	4	51	11	4	
	38	11	3	44	12,5	3,4	52	11,5	3,4	44	10,7	3,6	
	38	10,3	3,4	42	10,2	4,3	44	12	3,8	46	10,4	3,5	
	36	10	3,2	44	10,5	4,2	46	11,3	3,7	47	12	3,6	
	37	10,6	3,8	44	11	3,7	45	11	3,4	47	11	3,9	
	38	9,5	3	46	11	3,5	50	12	3,7	45	11,2	4	
		38,7	10,39	3,52	45,3	11,15	3,77	46,6	11,33	3,73	47,2	11,28	3,74
	TRATAMIENTO	K0			K1			K2			K3		
Alt. planta		Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	Alt. planta	Long Raiz	Diam. Raiz	
D3	37	10	3,4	46	11,7	3,7	46	11,6	3,4	51	10,5	4,1	
	41	10	3,4	44	10,2	3,5	45	10,2	3,1	48	10	3,2	
	38	9	3,7	45	10	3,5	46	11	3,1	55	12	4	
	37	12	2,9	48	12	2,9	51	9,5	3,1	50	11,2	3,6	
	40	11	3,8	48	10	3,6	47	9	3,6	49	11,7	4,1	
	38	10	3,2	47	10,5	3,5	49	11	3,4	47	9	3,2	
	45	9	3,2	44	9,3	3,5	46	10	3,3	45	10	3,2	
	47	10	3,5	46	10	3,2	49	11,5	3,4	48	11	3,4	
	43	9,1	2,9	45	10	4,2	45	11	3,3	50	10,5	3,1	
	38	10,3	3,3	43	10,6	2,6	49	9,2	3,4	44	9	3,6	
		40,4	10,04	3,33	45,6	10,43	3,42	47,3	10,4	3,31	48,7	10,49	3,55

### 1RA REPETICION

TRATAMIENTO	Peso Raiz (kg)				Numero de plantas			
	K0	K1	K2	K3	K0	K1	K2	K3
D1	4,6	4,9	5,42	5	46	43	45	40
D2	4,5	4,75	4,9	4,85	66	53	51	48
D3	4,4	4,5	4,55	4,6	87	90	82	92

### 2DA REPETICION

TRATAMIENTO	Peso Raiz (kg)				Numero de plantas			
	K0	K1	K2	K3	K0	K1	K2	K3
D1	4,65	4,95	5,4	4,8	52	47	56	50
D2	4,65	4,7	5	4,8	64	68	61	71
D3	4,5	4,55	4,7	4,65	80	92	88	93

### 3RA REPETICION

TRATAMIENTO	Peso Raiz				Numero de plantas			
	K0	K1	K2	K3	K0	K1	K2	K3
D1	4,55	4,88	5	5,5	62	53	57	51
D2	4,5	4,7	4,8	5	68	59	70	58
D3	4,5	4,45	4,65	4,7	90	84	96	89

PESO FRESCO				
TRATAMIENTO	K0	K1	K2	K3
	<b>1RA REPETICION</b>			
D1	77,265	69,125	98,642	71,686
D2	66,996	87,61	62,507	65,315
D3	61,282	70,38	77,265	84,21

PESO FRESCO				
TRATAMIENTO	K0	K1	K2	K3
	<b>2DA REPETICION</b>			
D1	78,13	69,361	71,203	80,25
D2	80,254	87,619	68,156	70,123
D3	64,245	77,386	77,225	72,12

PESO SECO				
TRATAMIENTO	K0	K1	K2	K3
	<b>1RA REPETICION</b>			
D1	8,577	7,813	11,543	8,696
D2	7,223	9,564	7,163	7,63
D3	6,166	7,826	8,444	9,721

PESO SECO				
TRATAMIENTO	K0	K1	K2	K3
	<b>2DA REPETICION</b>			
D1	7,12	7,463	8,232	9,56
D2	7,53	9,527	7,245	7,833
D3	6,863	7,756	8,582	8,263

PESO FRESCO				
TRATAMIENTO	K0	K1	K2	K3
	<b>3RA REPETICION</b>			
D1	78,544	77,586	98,545	90,568
D2	76,263	84,612	65,456	87,546
D3	80,596	70,387	82,348	71,358

PESO SECO				
TRATAMIENTO	K0	K1	K2	K3
	<b>3RA REPETICION</b>			
D1	7,233	7,543	10,874	10,652
D2	7,667	8,567	7,236	9,652
D3	7,524	7,547	8,241	8,854

**Anexo 5** Datos ordenados de los resultados

BLOQUE	DENSIDAD	NIVELES	ALTURA	LONGITU D	DIAMETR O	RDT	BRIX	MS
I	D1	K0	35,90	11,56	4,06	4,60	5,20	11,10
I	D1	K1	40,80	11,92	4,12	4,90	5,00	11,30
I	D1	K2	41,50	12,17	4,40	5,42	6,50	11,70
I	D1	K3	41,50	12,02	4,15	5,00	8,50	12,13
I	D2	K0	36,30	10,90	3,89	4,50	5,00	10,78
I	D2	K1	41,30	11,39	3,74	4,75	5,40	10,92
I	D2	K2	42,70	11,22	3,73	4,90	7,00	11,46
I	D2	K3	44,90	11,69	3,78	4,85	8,00	11,68
I	D3	K0	40,30	10,56	3,49	4,40	5,20	10,06
I	D3	K1	43,10	10,29	3,39	4,50	5,80	11,12
I	D3	K2	45,20	10,62	3,52	4,55	6,00	10,93
I	D3	K3	45,20	10,64	3,37	4,60	7,50	11,54
II	D1	K0	36,70	10,56	3,93	4,65	4,80	9,11
II	D1	K1	45,00	11,80	3,91	4,95	5,00	10,76
II	D1	K2	46,00	12,43	4,05	5,40	6,50	11,56
II	D1	K3	45,20	12,09	4,19	4,80	8,70	11,91
II	D2	K0	38,70	10,50	3,59	4,65	5,20	9,38
II	D2	K1	46,70	11,02	3,66	4,70	5,40	10,87
II	D2	K2	48,20	11,53	3,91	5,00	7,00	10,63
II	D2	K3	47,10	11,26	3,58	4,80	7,20	11,17
II	D3	K0	40,20	10,12	3,29	4,50	5,00	10,68
II	D3	K1	46,80	10,66	3,37	4,55	6,30	10,02
II	D3	K2	46,90	10,88	3,57	4,70	6,80	11,11
II	D3	K3	48,60	10,71	3,52	4,65	8,50	11,46
III	D1	K0	36,90	10,87	3,82	4,55	5,00	9,21
III	D1	K1	43,10	11,85	3,99	4,88	6,00	9,72
III	D1	K2	43,70	12,48	4,09	5,00	6,20	11,03
III	D1	K3	46,30	12,04	4,18	5,50	8,50	11,76
III	D2	K0	38,70	10,39	3,52	4,50	5,30	10,05
III	D2	K1	45,30	11,15	3,77	4,70	5,50	10,13
III	D2	K2	46,60	11,33	3,73	4,80	6,50	11,05
III	D2	K3	47,20	11,28	3,74	5,00	7,80	11,03
III	D3	K0	40,40	10,04	3,33	4,50	5,00	9,34
III	D3	K1	45,60	10,43	3,42	4,45	5,80	10,72
III	D3	K2	47,30	10,40	3,31	4,65	7,00	10,01
III	D3	K3	48,70	10,49	3,55	4,70	8,00	12,41



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**  
**Bach. RONALD KLINSMAM HUALLPA MUCHA**

**R.D. N° 224-2025-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho a los seis días del mes de octubre 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 el Dr. José Antonio Quispe Tenorio, M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo como asesor; M.Sc. Alejandro Camasca Vargas y Ing. Juan Benjamín Girón Molina; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Densidad de siembra y niveles de potasio en el rendimiento de la zanahoria (*Daucus carota* L.) en Canaán, 2750 m.s.n.m., Ayacucho - 2023**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, presentado por el Bachiller **RONALD KLINSMAM HUALLPA MUCHA**.

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:

<b>Jurado evaluador</b>	<b>Exposición</b>	<b>Respuestas a las preguntas</b>	<b>Generación de conocimiento</b>	<b>Promedio</b>
Dr. José Antonio Quispe Tenorio	15	13	14	14
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo	15	15	15	15
M.Sc. Alejandro Camasca Vargas	17	15	16	16
Ing. Juan Benjamín Girón Molina	16	14	15	15
<b>PROMEDIO GENERAL</b>				<b>15</b>

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

  
.....  
**Dr. José Antonio Quispe Tenorio**  
*Presidente*

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

  
.....  
**M.Sc. Alejandro Camasca Vargas**  
*Jurado*

  
.....  
**Ing. Juan Benjamín Girón Molina**  
*Jurado*

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



**UNSCH**

FACULTAD DE CIENCIAS  
**AGRARIAS**

## **CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS**

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por RR N° 294-2022-UNSCH-R y la R.D N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo titulado;

### **Densidad de siembra y niveles de potasio en el rendimiento de la zanahoria (*Daucus carota* L.) en Canaán, 2750 msnm, Ayacucho – 2023**

Autor : Ronald Klinsmam HUALLPA MUCHA  
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 tesis, aprobando mediante de RCU 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de diecinueve **(19%)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajo estándar**.

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

Nota: Se adjunta el resultado con identificador de la entrega: 2797129414

Ayacucho, 29 de octubre de 2025

.....  
**Angela J. Requis Quintanilla**

M.Sc. en Fitopatología  
E.P. Agronomía

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Densidad de siembra y niveles  
de potasio en el rendimiento  
de la zanahoria (*Daucus carota*  
L.) en Canaán, 2750 msnm,  
Ayacucho – 2023

*por* Ronald Klinsmam HUALLPA MUCHA

---

**Fecha de entrega:** 29-oct-2025 04:34p. m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2797129414

**Nombre del archivo:** Tesis\_-\_Ronald\_2025\_1\_.pdf (3.47M)

**Total de palabras:** 20311

**Total de caracteres:** 96696

# Densidad de siembra y niveles de potasio en el rendimiento de la zanahoria (*Daucus carota* L.) en Canaán, 2750 msnm, Ayacucho – 2023

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	7%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	6%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	revistas.uclave.org Fuente de Internet	1%
5	repositorio.utmachala.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	biblioteca.inia.cl Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	<1%
8	qdoc.tips Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Trabajo del estudiante	<1%
10	www.agrovitra.com Fuente de Internet	<1%
11	pdfslide.tips Fuente de Internet	<1%

<1 %

12

[paleodiversitas.org](http://paleodiversitas.org)

Fuente de Internet

<1 %

13

Submitted to Universidad Politécnica Estatal de Carchi

Trabajo del estudiante

<1 %

14

[pdfcookie.com](http://pdfcookie.com)

Fuente de Internet

<1 %

15

[research.library.mun.ca](http://research.library.mun.ca)

Fuente de Internet

<1 %

16

[repositorio.lamolina.edu.pe](http://repositorio.lamolina.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

17

[biblioteca.usac.edu.gt](http://biblioteca.usac.edu.gt)

Fuente de Internet

<1 %

18

Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD

Trabajo del estudiante

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo

**Densidad de siembra y niveles de potasio en el rendimiento  
de la zanahoria (*Daucus carota* L.) en Canaán, 2750 msnm,  
Ayacucho – 2023**

**Planting density and potassium levels on carrot (*Daucus carota* L.) yield  
in Canaán, 2750 masl, Ayacucho – 2023**

Huallpa Mucha, Ronald Klinsmam<sup>1</sup>,  
[ronald.huallpa.01@unsch.edu.pe](mailto:ronald.huallpa.01@unsch.edu.pe)

Mateu Mateo, Walter Augusto<sup>2</sup>  
[walter.mateu@unsch.edu.pe](mailto:walter.mateu@unsch.edu.pe)

**Área de investigación:** Medio ambiente

**Línea de investigación:** Sistema de producción agrícola

**RESUMEN**

En la región, los bajos rendimientos de zanahoria se deben a suelos poco fértiles, manejo agronómico deficiente y baja densidad de plantas; por ello, este trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la densidad de siembra y niveles de abonamiento potásico en el rendimiento de la zanahoria (*Daucus carota* L.) en condiciones agroecológicas de Canaán. El ensayo se realizó de junio a octubre de 2023 en el Centro Experimental de Canaán de Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, evaluando tres densidades de siembra (3, 5 y 7 kg ha<sup>-1</sup>) y cuatro niveles de potasio (0, 70, 140 y 210 kg ha<sup>-1</sup>), usando 2 t ha<sup>-1</sup> de Terrasur como abono de fondo. Se empleó un diseño de parcelas divididas en bloque completo al azar con arreglo factorial (3D) × (4K), con 12 tratamientos, 3 repeticiones y 36 unidades experimentales. Los resultados mostraron que la densidad de 3 kg ha<sup>-1</sup> produjo el mayor rendimiento (92049.89 kg ha<sup>-1</sup>), diámetro de raíz (4.07 cm) y longitud de raíz (11.87 cm), aunque presentó menor

altura de planta (41.88 cm). El nivel de potasio de 140 kg ha<sup>-1</sup> fue superior en rendimiento (91396.62 kg ha<sup>-1</sup>), longitud de raíz (11.45 cm) y diámetro de raíz (3.81 cm), mientras que el nivel de 210 kg ha<sup>-1</sup> alcanzó los valores más altos de sólidos solubles (8.22 °Brix) y materia seca (11.68 %).

**Palabras clave:** *Daucus carota*, densidad de siembra, niveles de potasio.

**ABSTRACT**

In the region, low carrot yields are due to poor soil fertility, inadequate agronomic management, and low plant density. Therefore, this research aims to evaluate the effect of planting density and potassium fertilization levels on carrot (*Daucus carota* L.) yield under the agroecological conditions of Canaán. The trial was conducted from June to October 2023 at the Canaán Experimental Center of the Faculty of Agricultural Sciences, National University of San Cristóbal de Huamanga, evaluating three planting densities (3, 5, and 7 kg ha<sup>-1</sup>) and four potassium levels (0,

70, 140, and 210 kg ha<sup>-1</sup>), using 2 t ha<sup>-1</sup> of Terrasur as a base fertilizer. A randomized complete block split-plot design with a (3D) × (4K) factorial arrangement was used, with 12 treatments, 3 replications, and 36 experimental units. The results showed that a planting density of 3 kg ha<sup>-1</sup> produced the highest yield (92049.89 kg ha<sup>-1</sup>), root diameter (4.07 cm), and root length (11.87 cm), although it resulted in the shortest plant height (41.88 cm). The potassium level of 140 kg ha<sup>-1</sup> resulted in higher yield (91396.62 kg ha<sup>-1</sup>), root length (11.45 cm), and root diameter (3.81 cm), while the level of 210 kg ha<sup>-1</sup> achieved the highest values for soluble solids (8.22 °Brix) and dry matter (11.68%).

**Keywords:** *Daucus carota*, planting density, potassium levels.

## I. INTRODUCCIÓN

La zanahoria es una planta herbácea perteneciente a la familia de apiaceae, procedente del centro asiático, de donde se extendió a Europa, la región del Mediterráneo, notando un importante crecimiento en los últimos años, tanto en superficie como en producción, es una de las hortalizas más producidas en el mundo por su valor nutricional. Siendo Asia el mayor productor seguida por Europa y Estados Unidos (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021).

En el Perú, se cultiva en los valles de la Costa, así como en valles interandinos de Sierra, siendo los principales departamentos productores Arequipa, Lima, Junín, Cusco y La Libertad. La producción nacional durante el año 2020 se estimó aproximadamente 7,617 hectáreas, reportándose una producción de 192,126

toneladas; siendo la productividad promedio nacional 25,2 t ha<sup>-1</sup>. Respecto al consumo per cápita se registra 6.8 kg/año/persona (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021).

Un adecuado distanciamiento de siembra permite que el cultivo se desarrolle en excelentes condiciones, sin tener problemas por competencia de nutrientes y estrés por la falta de espacio para su desarrollo (Yance Alvarado, 2018). Además, sembrados con alta densidad, las zanahorias germinarán y formarán raíces comestibles, pero éstas serán de tamaño más reducido, menos dulces y muy poco homogéneas, es decir, muchas serán pequeñas, algunas grandes y otras medianas (Mundo Huerto, s/f).

La deficiencia del nutriente potasio en el suelo, baja significativamente el rendimiento, ya que la zanahoria es muy exigente en cuanto a este nutriente, siendo este nutrimento el que absorbe del suelo en mayor cantidad, seguido por el nitrógeno y el fósforo. El potasio aumenta el contenido de azúcares y otros aspectos cualitativos, debiendo estar en equilibrio con el nitrógeno (Miculax, 2014). Además, El potasio está involucrado en la transpiración, crecimiento del tejido meristemático, formación de azúcar y almidón, síntesis de proteínas, y también la regulación de las funciones de nutrición de otros minerales (Armadans et al., 2017).

El cultivo de la zanahoria, como la mayoría de las hortalizas, responde positivamente a los aportes de materia orgánica en sus distintas modalidades. La fertilización orgánica de un cultivo consiste en aportar al suelo diferentes materiales orgánicos, que pueden encontrarse descompuestos o con cierto grado de descomposición (Rodríguez, 2012).

Es muy importante realizar estudios de investigación para conocer la productividad del cultivo a diferentes densidades de siembra y niveles de potasio. Esto nos permitirá encontrar un top de densidad siembra y un adecuado de nivel de potasio en condiciones de nuestra región donde existan mejores rendimientos y una mejor calidad en la producción, en ese sentido se planteó como objetivo determinar el efecto de la densidad de siembra y niveles de potasio en el rendimiento de la Zanahoria (*Daucus carota* L.) en condiciones de Canaán, 2750 msnm., Ayacucho, 2023.

## II. METODOLOGÍA

### Ubicación

El presente trabajo experimental se realizó en el Centro Experimental Canaán, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; ubicado geográficamente a 13° 08' Latitud Sur y 74° 32' Longitud Oeste, a una altitud de 2750 msnm, en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho.

### Condiciones edáficas

Según los resultados de análisis del suelo. El suelo de campo experimental Canaán, tiene un pH moderadamente básico, siendo propicio para el cultivo hortalizas, además se tiene 2.89% de MO, 0.14% de Nt, P disponible 20.72 ppm y K disponible 276 ppm. Es un suelo rico en MO y nutriente potásico.

### Material genético

La variedad que se utilizó en el presente trabajo de investigación es la Chantenay Red Cored. Es una variedad con las siguientes características, periodo

vegetativo de 120 días desde la siembra a cosecha, porcentaje de germinación 18% y porcentaje de pureza 99.9%.

### Diseño experimental

El diseño experimental que se usó es el diseño de parcelas divididas (DPD) distribuidas en bloque completo con arreglo factorial 3D (densidad) x 4K (niveles), con 12 tratamientos, 3 repeticiones y un total de 36 unidades experimentales. La unidad experimental conformada por 2 camas y cada cama con 3 hileras.

### Tratamientos en estudio

**Tabla 2.1**

*Descripción de los tratamientos estudiados*

Tratamiento	Código	Descripción
T1	d1*k0	3 kg ha <sup>-1</sup> de semilla
T2	d1*k1	3 kg ha <sup>-1</sup> de semilla y 70 kg ha <sup>-1</sup> de potasio
T3	d1*k2	3 kg ha <sup>-1</sup> de semilla y 140 kg ha <sup>-1</sup> de potasio
T4	d1*k3	3 kg ha <sup>-1</sup> de semilla y 210 kg ha <sup>-1</sup> de potasio
T5	d2*K0	5 kg ha <sup>-1</sup> de semilla
T6	d2*k1	5 kg ha <sup>-1</sup> de semilla y 70 kg ha <sup>-1</sup> de potasio
T7	d2*k2	5 kg ha <sup>-1</sup> de semilla y 140 kg ha <sup>-1</sup> de potasio
T8	d2*k3	5 kg ha <sup>-1</sup> de semilla y 210 kg ha <sup>-1</sup> de potasio
T9	d3*k0	7 kg ha <sup>-1</sup> de semilla
T10	d3*k1	7 kg ha <sup>-1</sup> de semilla y 70 kg ha <sup>-1</sup> de potasio
T11	d3*k2	7 kg ha <sup>-1</sup> de semilla y 140 kg ha <sup>-1</sup> de potasio
T12	d3*k3	7 kg ha <sup>-1</sup> de semilla y 210 kg ha <sup>-1</sup> de potasio

### VARIABLES EVALUADAS

#### *Número de días de siembra a cosecha (días)*

Se registró el número de días durante su etapa fenológica desde la siembra hasta la cosecha.

#### *Altura de la planta (cm)*

Se seleccionó 10 plantas en forma de azar de cada unidad experimental, midiéndose desde el cuello de la planta hasta el ápice, con la ayuda de un flexómetro y luego se obtuvo un promedio en cada UE.

### ***Diámetro de la raíz (cm)***

Se seleccionó 10 plantas en forma de azar de cada unidad experimental, midiendo el diámetro de la raíz con la ayuda de un vernier.

### ***Longitud de la raíz (cm)***

Se evaluaron las 10 plantas seleccionados al azar, midiéndose desde el cuello de la planta hasta el ápice de la raíz con la ayuda de un flexómetro y una regla.

### ***Rendimiento (kg/ha)***

Se procedió con el pesado de todas las raíces cosechados de 2 metro lineales seleccionadas en forma de azar del surco central de cada tratamiento, el proceso de pesado se desarrollará con una balanza analítica. De tal modo se estimará en kilogramos por hectárea (kg/ha).

### ***Materia seca (gr)***

Para su estimación de la materia seca se procedió con el secado en estufa a 50 °C por 4 días y se evaluó al quinto día, realizando el pesado en una balanza digital.

### ***Contenido de azúcar (grado brix)***

Se tomó 2 muestras de cada tratamiento de manera azar. Para medir el contenido de azúcar se extrajo el jugo de la zanahoria y se realizó la lectura en un Brixómetro para determinar el grado brix.

## **III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### ***Número de días del cultivo de siembra a cosecha***

En la tabla 3.1 muestra la precocidad medida en días. La madurez de cosecha es el indicador más importante, donde la variedad Chantenay “Red Cored” llega al

estado fenológico desde 120 a 150 días después de la siembra. Lardizabal y Theodoracopoulos (2007) mencionan que en los climas tropicales se acelera su crecimiento y maduración, incluso pueden alterar su sabor y textura, en los climas templados se desarrollan mejor y de buena calidad.

**Tabla 3.1**

*Días después de la siembra del cultivo de zanahoria. Canaán - Ayacucho*

<b>Cultivo</b>	<b>Mes (2023)</b>	<b>Días</b>
Siembra	28 de junio	0
Emergencia	9 de julio	12
Cosecha	29 de octubre	121

### ***Altura de planta***

**Tabla 3.2**

*Análisis de varianza de altura promedio de la planta de zanahoria, bajo el efecto de densidades de siembra y niveles de potasio. Canaán - Ayacucho.*

<b>F.V.</b>	<b>G. L</b>	<b>S. C</b>	<b>C. M</b>	<b>Fc</b>	<b>p-valor</b>
Bloques	2	66.82	33.41	42.83	0.0020 **
Densidad de siembra (D)	2	53.69	26.85	34.42	0.0030 **
Error (a)	4	3.12	0.78		
Total, parcela	8	123.63			
Niveles de K (K)	3	344.28	114.76	110.23	<0.0001 **
Interacción (D x K)	6	3.79	0.63	0.61	0.7218 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/3 kg semilla</b>					
R. lineal	1	88.330	88.330	84.84	<0.0001**
R. cuadrática	1	25.810	25.810	24.79	0.0001**
R. cúbica	1	4.590	4.590	4.41	0.0501 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/5 kg semilla</b>					
R. lineal	1	108.540	108.540	104.25	<0.0001**
R. cuadrática	1	26.700	26.700	25.65	0.0001**
R. cúbica	1	2.7700	2.7700	2.66	0.1202 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/7 kg semilla</b>					
R. lineal	1	78.660	78.660	75.55	<0.0001**
R. cuadrática	1	11.020	11.020	10.58	0.0044**
R. cúbica	1	1.6300	1.6300	1.57	0.2269 ns
Error (b)	18	18.74	1.041		
Total	35	490.44			

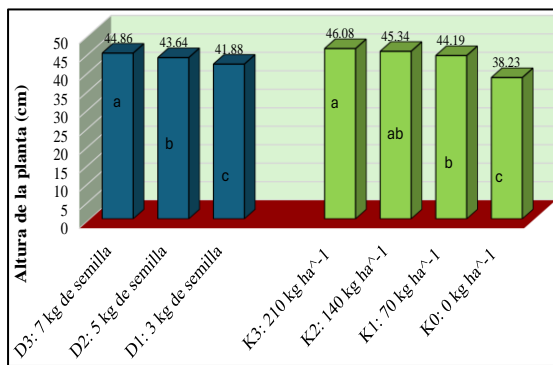
CV (%): 2.35

En la tabla 3.2 se muestra análisis de varianza (ANVA) de la altura promedio de la planta de zanahoria, donde se observa a los efectos principales de densidad de siembra y niveles de potasio siendo

estadísticamente altamente significativas, excepto la interacción de los factores de estudio (densidad x niveles de potasio); es decir, la altura de la planta respondió positivamente al efecto independiente de los factores estudiados. Se encontró coeficiente de variación 2.35%, lo cual nos indica la precisión y la confiabilidad de los resultados.

**Figura 3.1**

*Comparación de medias (Tukey, 0.05) de los efectos principales de densidad y niveles de potasio en altura promedio de la planta. Canaán – Ayacucho.*



En la figura 3.1 se muestra comparación de medias Tukey, donde con alta densidad de siembra (7 kg ha<sup>-1</sup>) se obtuvo una mayor altura y diferente estadísticamente, 44.86 cm, superando a la densidad de 5 g ha<sup>-1</sup> y este a su vez, superior a la densidad 3kg ha<sup>-1</sup>. En efecto de los niveles de potasio, con 210 kg ha<sup>-1</sup> se encontró una altura de 46.08 cm, cuyo resultado supera al testigo con 20.5%, sin embargo, este resultado no difiere estadísticamente respecto al efecto de 140 kg ha<sup>-1</sup> de potasio, 45.34 cm.

Respecto a los resultados Meza y Daboín-León (2023), utilizando una densidad de siembra de 10 kg ha<sup>-1</sup> de zanahoria híbrido (variedad candela), reportaron resultados similares, donde la altura promedio de la planta fue de 38 y 35 cm, mientras que el

número de hojas varió entre 9 y 10 para ambos tratamientos. En contraste con la distancia de plantación de 30 x 50 cm de 37.8 cm, superó los promedios de la distancia de plantación de 10 x 50 cm de 40.8 cm. Betelham (2021) estudio el crecimiento y rendimiento de zanahoria con la aplicación de cuatro dosis de cloruro de potasio (0, 50, 100 y 150 kg ha<sup>-1</sup>) y ceniza de estiércol de ganado (0, 10, 20 y 30 t ha<sup>-1</sup>), obteniendo el máximo valor 34.55 cm de altura con la aplicación de 50 kg ha<sup>-1</sup> de KCl y 10 t ha<sup>-1</sup> de ceniza de estiércol de ganado.

### Longitud de raíz

**Tabla 3.3**

*Análisis de varianza de longitud promedio de raíz de la planta de zanahoria, bajo el efecto de densidades de siembra y niveles de potasio. Canaán – Ayacucho.*

F.V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	p-valor
Bloques	2	0.21	0.11	2.63	0.1870 ns
Densidad de siembra (D)	2	10.60	5.30	132.50	0.0002 **
Error (a)	4	0.16	0.04		
Total, parcela	8	10.97			
Niveles de K (K)	3	3.82	1.27	23.88	<0.0001 **
Interacción (D x K)	6	0.80	0.13	2.50	0.0615 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/3 kg semilla</b>					
R. lineal	1	2.010	2.010	37.69	<0.0001**
R. cuadrática	1	1.030	1.030	19.31	0.0003**
R. cúbica	1	0.030	0.030	0.56	0.4629 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/5 kg semilla</b>					
R. lineal	1	1.020	1.020	19.13	0.0004**
R. cuadrática	1	0.220	0.220	4.13	0.0573 ns
R. cúbica	1	0.0100	0.0100	0.19	0.6701 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/7 kg semilla</b>					
R. lineal	1	0.250	0.250	4.69	0.0441 *
R. cuadrática	1	0.040	0.040	0.75	0.3979 ns
R. cúbica	1	0.0032	0.0032	0.06	0.8093 ns
Error (b)	18	0.96	0.053		
Total	35	16.55			

CV (%): 2.07

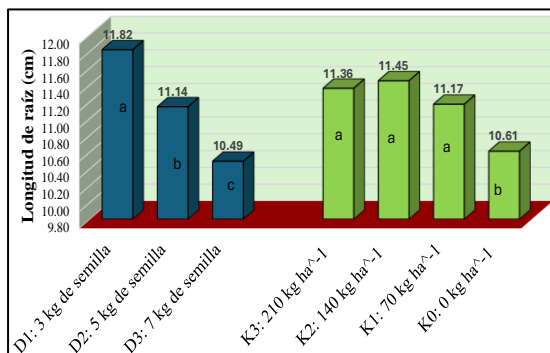
En la tabla 3.3 se muestra análisis de varianza (ANVA) de longitud promedio de raíz de zanahoria, donde se observa a los efectos principales de densidad de siembra y niveles de potasio son estadísticamente altamente significativas, excepto la interacción de los factores de estudio (densidad x niveles de potasio); es decir,

longitud de raíz de zanahoria respondió positivamente al efecto independiente de los factores. Se encontró coeficiente de variación 2.07%, lo cual nos indica la precisión y la confiabilidad de los resultados.

En la figura 3.2 se muestra comparación de medias de longitud promedio de raíz, donde notamos que la densidad más baja (3.0 kg ha<sup>-1</sup>) influyó significativamente en longitud de raíz, 11.82 cm, superando al efecto de la alta densidad con 12.68%. En efecto de los niveles de potasio, con 140 kg ha<sup>-1</sup> se encontró una longitud promedio de 11.45 cm, cuyo resultado supera al testigo con 7.92%; sin embargo, este resultado no difiere estadísticamente respecto al efecto de 210 y 70 kg ha<sup>-1</sup> de potasio, cuyos valores resultaron 11.36 y 11.17 cm, respectivamente.

**Figura 3.2**

*Comparación de medias (Tukey, 0.05) de los efectos principales de densidad y niveles de potasio en longitud promedio de raíz de zanahoria. Canaán – Ayacucho.*



Respecto a los resultados obtenidos Meza y Daboín-León (2023), utilizando una densidad de siembra de 10 kg de zanahoria híbrido por hectárea, reportaron resultados similares, donde la longitud promedio de la planta fue de 16 y 18.5 cm. Por su parte, Betelhem (2021) evaluó cuatro dosis de

cloruro de potasio (0, 50, 100 y 150 kg ha<sup>-1</sup>) y ceniza de estiércol de ganado (0, 10, 20, y 30 t ha<sup>-1</sup>), obteniendo la longitud más larga de 11.44 cm con la aplicación de 50 kg ha<sup>-1</sup> de KCl y 10 t ha<sup>-1</sup> de ceniza de estiércol de ganado.

### Diámetro de raíz

**Tabla 3.4**

*Análisis de varianza del diámetro promedio de raíz de zanahoria, bajo el efecto de densidades de siembra y niveles de potasio. Canaán – Ayacucho.*

F.V.	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloques	2	0.07	0.04	4.67	0.090 ns
Densidad de siembra (D)	2	2.52	1.26	168.00	0.0001 **
Error (a)	4	0.03	0.01		
Total, parcela	8	2.62			
Niveles de K <sub>2</sub> O (K)	3	0.13	0.04	3.333	0.0408 **
Interacción (D x K)	6	0.05	0.01	0.641	0.6964 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/3 kg semilla</b>					
R. lineal	1	0.117	0.117	9.000	0.0077**
R. cuadrática	1	0.004	0.004	0.308	0.5859 ns
R. cúbica	1	0.012	0.012	0.923	0.3494 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/5 kg semilla</b>					
R. lineal	1	0.004	0.004	0.308	0.5859 ns
R. cuadrática	1	0.016	0.016	1.231	0.2819 ns
R. cúbica	1	0.0040	0.0040	0.308	0.5859 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/ 7 kg semilla</b>					
R. lineal	1	0.024	0.024	1.846	0.1910 ns
R. cuadrática	1	0.000	0.000	0.006	0.9403 ns
R. cúbica	1	0.0020	0.0020	0.154	0.6995 ns
Error (b)	18	0.234	0.013		
Total	35	3.03			

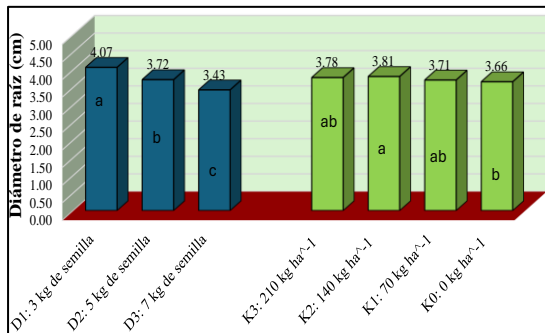
CV (%): 3.05

En la tabla 3.4 se muestra análisis de varianza (ANVA) de diámetro promedio de raíz de zanahoria, donde se ve alta significancia estadística solamente en el efecto de densidad de siembra y en niveles de potasio y excepto la interacción de los factores. Este resultado indica que el diámetro de raíz respondió positivamente solamente a la aplicación de la densidad de siembra y niveles de potasio. Se encontró coeficiente de variación 3.05%, lo cual nos indica la precisión y la confiabilidad de los resultados. Este reporte nos permite realizar análisis de comparación de medias en función del efecto de densidad de siembra y niveles de potasio. Según el ANVA de las

regresiones, se encontró modelo lineal significativa solamente en el efecto de 3 kg ha<sup>-1</sup> de semillas y niveles de potasio.

**Figura 3.3**

*Comparación de medias (Tukey, 0.05) del efecto principal de densidad de siembra en diámetro promedio de raíz de zanahoria. Canaán – Ayacucho.*



En la figura 3.3 se muestra comparación de medias del diámetro promedio de raíz, donde notamos que la densidad más baja (3.0 kg ha<sup>-1</sup>) influyó significativamente en diámetro de raíz, 4.07 cm, superando al efecto de la alta densidad con 17.78%. En efecto de los niveles de potasio, con 140 kg ha<sup>-1</sup> se encontró un diámetro promedio de 3.81 cm, cuyo resultado supera al testigo con 4.09%; sin embargo, este resultado no defiere estadísticamente respecto a los efectos de 210 y 70 kg ha<sup>-1</sup> de potasio, cuyos valores resultaron 3.78 y 3.71 cm, respectivamente.

Por su parte D'Hooghe et al. (2018), evaluaron las longitudes y diámetros de las raíces de la variedad de zanahoria tipo Nantes, y los resultados mostraron valores significativamente inferiores a los encontrados en este estudio, oscilando entre 2.26 y 10.78 cm. También Betelham (2021) en su investigación evaluó cuatro dosis de abonamiento con cloruro de potasio (0, 50, 100 y 150 kg ha<sup>-1</sup>) y ceniza de estiércol de ganado (0, 10, 20 y 30 t ha<sup>-1</sup>), determinando el mayor diámetro de 2.10 cm con la

aplicación de 50 kg ha<sup>-1</sup> de KCl y 30 t ha<sup>-1</sup> de ceniza de estiércol de ganado.

### **Grados brix de la raíz de zanahoria**

En la tabla 3.4 se muestra análisis de varianza (ANVA) de grados brix promedio de raíz de zanahoria, donde se ve alta significancia estadística solamente en el efecto de los niveles de potasio, excepto en la interacción de los factores y densidad de siembra. Este resultado indica que el grado brix de raíces respondió positivamente a la fertilización potásico. Se encontró coeficiente de variación 4.59%, lo cual nos indica la precisión y la confiabilidad de los resultados.

**Tabla 3.4**

*Análisis de varianza de grados brix promedio de raíz de zanahoria, bajo efecto de densidades de siembra y niveles de potasio. Canaán – Ayacucho.*

F.V.	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloques	2	0.20	0.10	0.63	0.3349 ns
Densidad de siembra (D)	2	0.04	0.02	0.13	0.8796 ns
Error (a)	4	0.63	0.16		
Total, parcela	8	0.88			
Niveles de K (K)	3	50.17	16.72	193.956	<0.0001 **
Interacción (D x K)	6	1.33	0.22	2.573	0.0560 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/3 kg semilla</b>					
R. lineal	1	18.928	18.928	219.526	<0.0001 **
R. cuadrática	1	2.521	2.521	29.238	<0.0001 **
R. cúbica	1	0.060	0.060	0.696	0.4151 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/5 kg semilla</b>					
R. lineal	1	14.702	14.702	170.513	<0.0001 **
R. cuadrática	1	0.607	0.607	7.040	0.0160 *
R. cúbica	1	0.2800	0.2800	3.247	0.0883 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/7 kg semilla</b>					
R. lineal	1	13.920	13.920	161.443	<0.0001 **
R. cuadrática	1	0.301	0.301	3.491	0.0781 ns
R. cúbica	1	0.1810	0.1810	2.099	0.1646 ns
Error (b)	18	1.552	0.086		
Total	35	53.93			

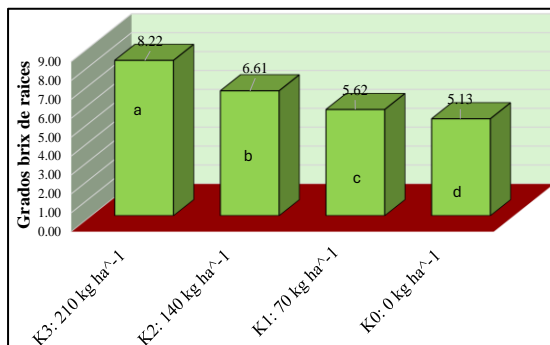
CV (%): 4.59

En la figura 3.4 se muestra comparación de medias de los grados brix promedio en los niveles de potasio. Con nivel más alto (210 kg ha<sup>-1</sup>) se encontró 8.22 grados brix, superior estadísticamente respecto al efecto de los demás niveles, superando al testigo con 60.23%. Además, el grado brix de raíces se incrementa a medida que crece el nivel de fertilización potásico.

Por su parte, Zorrilla y Ariel (2017), evaluando fertilización potásica afirmaron que no encontraron una diferencia significativa en los sólidos solubles o grados brix de zanahoria. Miculax (2014) evaluó 3 niveles de fertilización (0-0-0; 200-400-150 y 400-800-300 kg ha<sup>-1</sup>) de NPK, donde se identificó que los niveles de fertilización 400-800-300 kg ha<sup>-1</sup> de y 200-400-150 kg ha<sup>-1</sup>, mostraron un mayor contenido de sólidos solubles 7.08 y 6.99° brix respectivamente, lo cual es similar a esta investigación.

**Figura 3.4**

*Comparación de medias (Tukey, 0.05) del efecto principal de niveles de potasio en grados brix promedio de raíz de zanahoria. Canaán – Ayacucho.*



**Materia seca (%)**

En la tabla 3.5 se muestra análisis de varianza (ANVA) de materia seca promedio de zanahoria, donde se ve alta significancia estadística solamente en el efecto de los niveles de potasio, excepto densidad de siembra y la interacción de los factores. Este resultado indica que la materia seca respondió positivamente solamente a la aplicación de la fertilización potásica. Se encontró coeficiente de variación 4.79%, lo cual nos indica la precisión y la confiabilidad de los resultados.

**Tabla 3.5**

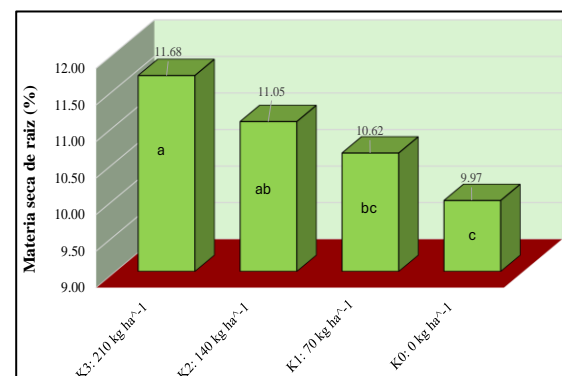
*Análisis de varianza de materia seca promedio de zanahoria, bajo el efecto de densidades de siembra y niveles de potasio, Canaán – Ayacucho.*

F.V.	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloques	2	3.05	1.53	6.42	0.0564 ns
Densidad de siembra (D)	2	0.23	0.12	0.48	0.6482 ns
Error (a)	4	0.95	0.24		
Total, parcela	8	4.23			
Niveles de K (K)	3	14.00	4.67	17.320	<0.0001 **
Interacción (D x K)	6	1.42	0.24	0.878	0.5301 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/3 kg semilla</b>					
R. lineal	1	7.812	7.812	28.993	<0.0001 **
R. cuadrática	1	0.060	0.060	0.223	0.6427 ns
R. cúbica	1	0.022	0.022	0.082	0.7783 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/5 kg semilla</b>					
R. lineal	1	2.493	2.493	9.252	0.0070 **
R. cuadrática	1	0.078	0.078	0.289	0.5971 ns
R. cúbica	1	0.0000	0.0000	0.000	0.9980 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/7 kg semilla</b>					
R. lineal	1	4.363	4.363	16.193	0.0008 **
R. cuadrática	1	0.208	0.208	0.772	0.3912 ns
R. cúbica	1	0.3780	0.3780	1.403	0.2516 ns
Error (b)	18	4.850	0.269		
Total	35	24.50			

CV (%): 4.79

**Figura 3.5**

*Comparación de medias (Tukey, 0.05) del efecto principal de niveles de potasio en materia seca promedio de raíz de zanahoria. Canaán – Ayacucho.*



En la figura 3.5 se muestra comparación de medias de materia seca promedio en los niveles de potasio. Donde Con nivel más alto (210 kg ha<sup>-1</sup>) se encontró 11.68 g de materia seca, superando al testigo con 17.15%; no obstante, este resultado no

defiere claramente con el efecto de 140 kg ha<sup>-1</sup>, con el cual se alcanzó 11.05 g.

Respecto a los resultados encontrados en el estudio Renna (2022) en su evaluación físico-químico por mejoramiento clásico de cuatro variedades de zanahoria, obtuvo superiores a 11%. Estos datos son similares con el estudio realizado.

## Rendimiento

**Tabla 3.6**

*Análisis de varianza de rendimiento promedio de zanahoria, bajo el efecto de densidades de siembra y niveles de potasio. Canaán – Ayacucho.*

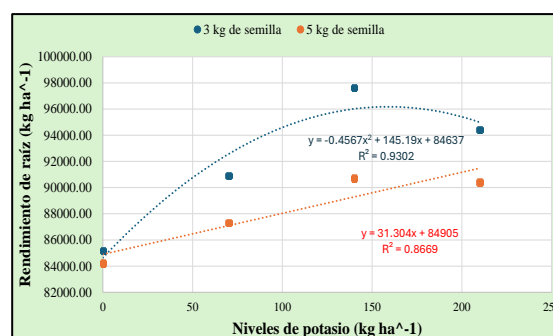
F.V.	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloques	2	2156562.66	1078281.33	0.77	0.5212 ns
Densidad de siembra (D)	2	343106833.53	171553416.77	122.56	0.0003 **
Error (a)	4	5599061.53	1399765.38		
Total, parcela	8	350862457.72			
Niveles de K (K)	3	296534033.86	98844677.95	11.688	0.0002 **
Interacción (D x K)	6	69634874.86	11605812.48	1.372	0.2783 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/3 kg semilla</b>					
R. lineal	1	178591393.07	178591393.07	21.118	0.0002 **
R. cuadrática	1	60081797.60	60081797.60	7.104	0.0158 *
R. cúbica	1	17905375.86	17905375.86	2.117	0.1629 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/5 kg semilla</b>					
R. lineal	1	72026716.22	72026716.22	8.517	0.0092 **
R. cuadrática	1	8644349.00	8644349.00	1.022	0.3254 ns
R. cúbica	1	2414702.45	2414702.45	0.286	0.5996 ns
<b>Niveles de K<sub>2</sub>O/7 kg semilla</b>					
R. lineal	1	24018430.86	24018430.86	2.840	0.1092 ns
R. cuadrática	1	71440.90	71440.90	0.008	0.9278 ns
R. cúbica	1	2414702.45	2414702.45	0.286	0.5996 ns
Error (b)	18	152226271.50	8457015.08		
Total	35	869257637.94			

CV (%): 3.30

En la tabla 3.6 se muestra análisis de varianza del rendimiento promedio de zanahoria (kg ha<sup>-1</sup>), donde se ve alta significancia estadística en los efectos principales de niveles de potasio y densidad de siembra, excepto en la interacción de los factores. Este resultado indica que una de las densidades y niveles de potasio tienen efecto diferenciado. Se encontró coeficiente de variación 3.30%, lo cual nos indica la precisión y la confiabilidad de los resultados. Este resultado nos permite realizar análisis de comparación de medias en función de los efectos principales.

**Figura 3.6**

*Modelos del efecto de densidad de siembra y niveles de potasio en rendimiento promedio de zanahoria. Canaán-Ayacucho.*



En la figura 3.6 se muestran los modelos de regresión del efecto de densidad de siembra y niveles de potasio en materia seca promedio de zanahoria. En los efectos de 3 y 5 kg ha<sup>-1</sup> de semilla se ajustan al modelo cuadrático y lineal,  $y = -0.4567x^2 + 145.19x + 84637$ ,  $y = 31304x + 84905$ , respectivamente. A partir del modelo cuadrático deducimos que el nivel de potasio 158.95 kg ha<sup>-1</sup> maximiza el rendimiento de zanahoria cuando se utiliza 3 kg ha<sup>-1</sup> de semilla en 96,176.34 kg ha<sup>-1</sup>; es decir, cuando incorporamos más de 158.95 kg de potasio, el rendimiento de zanahoria ya se va reducir.

Respecto a los resultados Ahmad et al (2021) demostraron que se produce un mayor crecimiento y rendimiento de las plantas en la densidad de (15 cm x 15 cm) cuando se utilizan densidades de siembra de (7,5 cm x 7,5 cm), (10 cm x 10 cm), (12,5 cm x 12,5 cm) y (15 cm x 15 cm) en el cultivo de zanahoria. Concluyeron que los rendimientos del cultivo aumentan con densidades de siembra más bajas. Por su parte, Zorrilla y Ariel (2017) evaluó la fertilización potásica y encontró diferencia significativa en el rendimiento obtenido por tratamiento, siendo el tratamiento con 265

kg de K<sub>2</sub>O el que presenta mejor rendimiento, siendo la media de 34,602.82 kg ha<sup>-1</sup>. Quillahuaman (2022), evaluando 3 niveles de potasio (300, 350 y 400 kg ha<sup>-1</sup>) encontró rendimiento máximo de 97.8 t ha<sup>-1</sup> con 400 kg ha<sup>-1</sup> de nivel de potasio.

## CONCLUSIONES

1. La densidad de siembra 3 kg ha<sup>-1</sup> presentó superioridad frente a 5 y 7 kg ha<sup>-1</sup>, con rendimiento con 92049.89 kg ha<sup>-1</sup> de zanahoria, diámetro de la raíz con 4.07 cm y una longitud de raíz con 11.87cm, sin embargo es inferior en altura de planta con 41.88 cm.
2. El nivel de potasio 140 kg ha<sup>-1</sup> tuvo mayor efecto en el rendimiento del cultivo con 91396.62 kg/ha, seguido del nivel 210 kg ha<sup>-1</sup>; también en la longitud de raíz con 11.45 cm y diámetro de raíz con 3.81cm fue con el 140 kg ha<sup>-1</sup>; mientras en el contenido de sólidos solubles con 8.22 ° brix y MS con 11.68% se logró los valores más altos con el nivel 210kg ha<sup>-1</sup> de potasio.
3. La interacción de densidad de siembra con niveles de potasio no tuvo una influencia significativa en los variables evaluados en el cultivo de zanahoria.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, T; TQ, B; Rosihon A; Setia G; y Rusyad M, K. (2021). Growth and Yield of Three Carrot Plant Cultivar on Different Planting Distance. *Earth and environmental Science* (830):1-5
- Armadans Rojas, A., Britos, U., & Barrios, O. (2017). Respuesta del cultivo de zanahoria a la aplicación de dos abonos orgánicos al suelo. *Asociación Argentina de Horticultura*, 36(91), 8.
- Betelhem, T. (2021). Effect of potassium chloride and cattle dung ash on growth, yield and quality of carrot (*Daucus carota* L.) In Debre Berhan, Central Highlands of Ethiopia. Debre Berhan University, 69.
- D'Hooghe, P., Diaz, D., Brunel-Muguet, S., Davy, M., Vial, F., Dubois, J., & Kauffmann, F. (2018). Spatial variation of root yield within cultivated carrot fields is strongly impacted by plant spacing. *Scientia Horticulturae*, (241) 29–40.
- Lardizabal, R., & Theodora Ropoulos, M. (2007). Producción de zanahoria
- Meza, N. M., & Daboín-León, B. M. (2023). Comportamiento agronómico del híbrido de zanahoria Candela bajo dos densidades de siembra en condiciones de Cubiro, Estado Lara-Venezuela. *Agroindustria, Sociedad y Ambiente*, 1(20), 81–90. <https://revistas.uclave.org/index.php/asa/article/view/4525>.
- Miculax Can, J. D. (2014). Efecto de fertilización con NPK sobre el rendimiento y calidad de dos variedades de zanahoria; Patzicia, Chimaltenango. Guatemala: Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícola.
- Ministerio De Desarrollo Agrario Y Riego. (2021). Zanahoria (semana nacional de frutas y verduras).

Mundo Huerto. (s/f). Mundo huerto. <https://www.mundohuerto.com/cultivos/zanahoria/densidad-siembra#:~:text=a%20c3%20ban%20se%20mbrando%20con%20alta%20densidad,algunas%20grandes%20y%20o%20tras%20medianas.>

*Árboles S.A. Ubicadas en Zaragoza, Chimaltenango, Guatemala, C.A.* [Licenciatura tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala]

Quillahuaman Gonzales, L. (2022). *Comparativo de tres niveles de fertiirrigación potásica en el rendimiento de zanahoria (Daucus carota L.), bajo riego localizado en el centro Agronómico Kayra.* [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco], Repositorio institucional.

Renna, A. (2022). *Caracterización y evaluación de la calidad fisicoquímica de nuevas variedades de zanahoria (Daucus carota L.) obtenidas para el mejoramiento clásico, para consumo en fresco y/o industria.* [Universidad Nacional de Cuyo]

Rodríguez García, T. (2012). Fertilización orgánica del cultivo de zanahoria. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

Yance Alvarado, N. (2018). *Evaluación de seis densidades de siembra, sobre el rendimiento de dos variedades de zanahoria (Daucus carota L.).* [Universidad técnica de Babahoyo]

Zorrilla, T., & Ariel, D. (2017) *Evaluación del efecto de la fertilización a base de potasio en la concentración de sólidos solubles (grados brix) en el cultivo de zanahoria (Daucus carota L.) para exportación, diagnóstico y servicios realizados en fincas de la Empresa Tierra de*