

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS:

**Niveles de broza de quinua en el rendimiento de tres
variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.),
Huataatas, 2690 msnm, Ayacucho 2024**

Para optar el título profesional de:
INGENIERA AGRÓNOMA

PRESENTADO POR:

Bach. Yudith Esther HUARIPAUCAR MALDONADO

ASESOR:

Ing. Edgar TENORIO MANCILLA

AYACUCHO - PERÚ

2025

A Dios, por la salud y la bendición de guiarme hasta la culminación de esta etapa tan significativa.

A mis amados padres, Pompeyo Huaripaucar Berrocal y Edith Maldonado Nuñez, por su constante apoyo. A mis queridos hermanos, Yhumar y Ariana, por su cariño y por ser una motivación permanente para seguir adelante.

A mis papitos, Teresa y Vicente; a mis tíos Juan, Vicente y Jhonel, por su cariño, compañía y consejos, que marcaron de manera especial mi formación universitaria.

Yudith E. Huaripaucar Maldonado

AGRADECIMIENTO

A mi Alma Mater, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. A la Escuela Profesional de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias.

Al Ing. Edgar Tenorio Mancilla, por su valiosa orientación y sabiduría, así como por brindarme las facilidades de su predio agrícola para la ejecución del presente trabajo de investigación.

A la plana docente de la Escuela Profesional de Agronomía, quienes con sus enseñanzas y conocimientos fueron pieza fundamental en mi formación profesional.

Con profundo agradecimiento, a mis padres, por su apoyo invaluable e incansable a lo largo de mi formación universitaria, y por motivarme siempre a alcanzar mis metas con perseverancia.

A mis compañeros y seres queridos, cuyo ánimo, compañía y afecto me brindaron la fortaleza necesaria para superar los momentos más duros y desafiantes de esta etapa.

INDICE GENERAL

| | Pág. |
|---|------|
| DEDICATORIA..... | ii |
| AGRADECIMIENTO..... | iii |
| INDICE GENERAL..... | iv |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | x |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | xi |
| RESUMEN..... | xii |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO I..... | 3 |
| MARCO TEÓRICO..... | 3 |
| 1.1. Antecedentes..... | 3 |
| 1.2. Cultivo de zanahoria (<i>Daucus carota</i> L.)..... | 5 |
| 1.3. Origen..... | 5 |
| 1.4. Clasificación taxonómica de la zanahoria..... | 6 |
| 1.5. Descripción botánica de la zanahoria..... | 6 |
| 1.5.1. Raíz..... | 6 |
| 1.5.2. Tallo..... | 7 |
| 1.5.3. Hojas..... | 7 |
| 1.5.4. Flor..... | 7 |
| 1.5.5. Fruto..... | 8 |
| 1.6. Fenología..... | 8 |
| 1.6.1. Fase vegetativa..... | 8 |
| 1.6.2. Fase reproductiva..... | 9 |
| 1.7. Composición nutricional de la zanahoria..... | 10 |
| 1.8. Clasificación de la raíz de la zanahoria..... | 11 |
| 1.8.1. Clasificación según en tamaño de la raíz..... | 11 |
| 1.8.2. Clasificación por tipos y variedades..... | 11 |
| 1.9. El cultivo de zanahoria en el Perú..... | 13 |
| 1.10. Consumo per cápita de la zanahoria..... | 13 |
| 1.11. Acciones medicinales..... | 13 |
| 1.12. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo..... | 14 |

| | |
|---|----|
| 1.12.1. <i>Textura del suelo</i> | 14 |
| 1.12.2. <i>Aireación</i> | 14 |
| 1.12.3. <i>Salinidad y pH</i> | 14 |
| 1.12.4. <i>Clima</i> | 14 |
| 1.12.5. <i>Temperatura</i> | 15 |
| 1.12.6. <i>Humedad</i> | 15 |
| 1.13. Manejo del cultivo de zanahoria | 15 |
| 1.13.1. <i>Historial del uso y manejo del terreno</i> | 15 |
| 1.13.2. <i>Selección del terreno</i> | 16 |
| 1.13.3. <i>Preparación del terreno</i> | 16 |
| 1.13.4. <i>Levantamiento de camas</i> | 16 |
| 1.13.5. <i>Semillas</i> | 16 |
| 1.13.6. <i>Siembra</i> | 17 |
| 1.13.7. <i>Control de maleza</i> | 17 |
| 1.14. Madurez fisiológica..... | 17 |
| 1.15. Manejo de la cosecha y postcosecha..... | 17 |
| 1.15.1. <i>Cosecha</i> | 18 |
| 1.15.2. <i>Postcosecha</i> | 18 |
| 1.16. Criterios de calidad | 18 |
| 1.17. Plagas y enfermedades del cultivo | 19 |
| 1.17.1. <i>Plagas</i> | 19 |
| 1.17.2. <i>Enfermedades</i> | 20 |
| 1.18. Fisiopatías | 21 |
| 1.19. Requerimiento hídrico..... | 22 |
| 1.20. Fertilización..... | 22 |
| CAPÍTULO II..... | 24 |
| METODOLOGÍA..... | 24 |
| 2.1. Ubicación del campo experimental..... | 24 |
| 2.1.1. <i>Ubicación política</i> | 24 |
| 2.1.2. <i>Ubicación geográfica</i> | 24 |
| 2.1.3. <i>Ubicación ecológica</i> | 24 |
| 2.2. Antecedentes del terreno experimental | 26 |
| 2.3. Características edáficas | 26 |

| | | |
|------------------------------|---|----|
| 2.4. | Análisis químico de la broza de quinua | 27 |
| 2.5. | Condiciones climáticas..... | 28 |
| 2.6. | Material biológico | 31 |
| 2.7. | Factores estudiados | 31 |
| 2.8. | Tratamientos estudiados..... | 32 |
| 2.9. | Diseño experimental..... | 32 |
| 2.10. | Análisis estadístico..... | 33 |
| 2.11. | Descripción del campo experimental | 34 |
| | 2.11.1. <i>Croquis del campo experimental</i> | 35 |
| | 2.11.2. <i>Croquis de la unidad experimental</i> | 35 |
| 2.12. | Instalación y conducción del experimento | 36 |
| | 2.12.1. <i>Limpieza del campo experimental</i> | 36 |
| | 2.12.2. <i>Preparación del campo experimental</i> | 36 |
| | 2.12.3. <i>Demarcación del campo experimental</i> | 36 |
| | 2.12.4. <i>Incorporación de broza de quinua</i> | 36 |
| | 2.12.5. <i>Siembra</i> | 37 |
| | 2.12.6. <i>Riego</i> | 37 |
| | 2.12.7. <i>Deshierbo</i> | 37 |
| | 2.12.8. <i>Raleo</i> | 38 |
| | 2.12.9. <i>Cosecha</i> | 38 |
| 2.13. | Criterios de evaluación..... | 38 |
| | 2.13.1. <i>Caracteres de crecimiento</i> | 38 |
| | 2.13.2. <i>Caracteres de rendimiento</i> | 39 |
| | 2.13.3. <i>Rentabilidad</i> | 39 |
| CAPÍTULO III | | 40 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | | 40 |
| 3.1. | Caracteres de crecimiento | 40 |
| | 3.1.1. <i>Número de hojas por planta</i> | 40 |
| | 3.1.2. <i>Longitud de hojas</i> | 42 |
| | 3.1.3. <i>Diámetro de la raíz</i> | 44 |
| | 3.1.4. <i>Longitud de la raíz</i> | 47 |
| 3.2. | Caracteres de rendimiento..... | 49 |
| | 3.2.1. <i>Peso de la raíz por planta</i> | 49 |

| | |
|--|----|
| 3.2.2. Rendimiento de raíces por parcela..... | 52 |
| 3.2.3. Rendimiento de raíces por hectárea | 54 |
| 3.3. Correlación estadística de las variables evaluadas..... | 57 |
| 3.4. Análisis de la relación Beneficio/Costo (B/C)..... | 58 |
| CONCLUSIONES..... | 59 |
| RECOMENDACIONES | 60 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 61 |
| ANEXOS..... | 66 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | Pág. |
|-----------|---|------|
| Tabla 1.1 | <i>Contenido nutricional de la zanahoria por 100 g de porción comestible</i> | 10 |
| Tabla 1.2 | <i>Clasificación de raíz del cultivo de zanahoria, según tamaño</i> | 11 |
| Tabla 1.3 | <i>Consumo promedio per cápita anual de principales hortalizas (kg/persona)</i> | 13 |
| Tabla 2.1 | <i>Resultados e interpretación del análisis de caracterización del suelo de Huatatas a 2690 msnm. – Ayacucho 2024</i> | 26 |
| Tabla 2.2 | <i>Análisis químico de la broza de quinua</i> | 27 |
| Tabla 2.3 | <i>Temperatura (máxima, mínima y media), precipitación y balance hídrico promedio mensual de la campaña agrícola 2024, de la Estación Meteorológica INIA - Ayacucho</i> | 29 |
| Tabla 2.4 | <i>Tratamientos con niveles de broza de quinua en el cultivo de zanahoria</i> | 32 |
| Tabla 2.5 | <i>Cantidad de broza de quinua aplicado por parcela</i> | 37 |
| Tabla 3.1 | <i>Análisis de varianza del número de hojas por planta en variedades de zanahoria (Daucus carota L.), bajo efecto de niveles de broza de quinua. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho</i> | 40 |
| Tabla 3.2 | <i>Análisis de varianza de la longitud de hojas en variedades de zanahoria (Daucus carota L.), bajo efecto de niveles de broza de quinua. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho</i> | 42 |
| Tabla 3.3 | <i>Análisis de varianza del diámetro de la raíz en variedades de zanahoria (Daucus carota L.), bajo efecto de niveles de broza de quinua. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho</i> | 44 |
| Tabla 3.4 | <i>Análisis de varianza de la longitud de raíz en variedades de zanahoria (Daucus carota L.), bajo efectos de niveles de broza de quinua. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho</i> | 47 |
| Tabla 3.5 | <i>Análisis de varianza del peso de raíz por planta en variedades de zanahoria (Daucus carota L.), bajo efecto de niveles de broza de quinua. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho</i> | 49 |
| Tabla 3.6 | <i>Análisis de varianza del rendimiento de raíces por parcela en variedades de zanahoria (Daucus carota L.), bajo efecto de niveles de broza de quinua. Huatatas 2690, Ayacucho</i> | 52 |

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabla 3.7 | <i>Análisis de varianza del rendimiento de raíces por hectárea en variedades de zanahoria (Daucus carota L.), bajo efecto de niveles de broza de quinua. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho</i> | 54 |
| Tabla 3.8 | <i>Relación B/C para cada uno de los tratamientos en el cultivo de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho.....</i> | 58 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|------|
| Figura 1.1 <i>Anatomía de la raíz de zanahoria</i> | 7 |
| Figura 1.2 <i>Ilustración esquemática de 4 tipos de zanahoria</i> | 11 |
| Figura 2.1 <i>Mapa de ubicación del área de investigación, Huatatas a 2690 msnm. – Ayacucho 2024</i> | 25 |
| Figura 2.2 <i>Temperatura (máxima, mínima y media), precipitación y balance hídrico promedio mensual de la campaña agrícola 2024, de la Estación Meteorológica INIA – Ayacucho</i> | 30 |
| Figura 2.3 <i>Croquis del campo experimental</i> | 35 |
| Figura 2.4 <i>Croquis de la unidad experimental</i> | 35 |
| Figura 3.1 <i>Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales en el número de hojas por planta del cultivo de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho</i> | 41 |
| Figura 3.2 <i>Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales en la longitud de hojas del cultivo de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho</i> | 43 |
| Figura 3.3 <i>Prueba de Tukey (0.05) de los efectos simples en el diámetro de raíz del cultivo de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho</i> | 45 |
| Figura 3.4 <i>Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales en la longitud de raíz del cultivo de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho</i> | 48 |
| Figura 3.5 <i>Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales en el peso de raíz por planta del cultivo de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho</i> | 50 |
| Figura 3.6 <i>Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales en el rendimiento de raíces por parcela del cultivo de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho</i> | 53 |
| Figura 3.7 <i>Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales en el rendimiento de raíces por hectárea del cultivo de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho</i> | 55 |
| Figura 3.8 <i>Modelo de regresión del efecto de los niveles de broza de quinua en el rendimiento de raíces de tres variedades de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho</i> | 56 |
| Figura 3.9 <i>Matriz de correlación entre las variables evaluadas en tres variedades de zanahoria bajo el efecto de broza de quinua. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho</i> .. | 57 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | Pág. |
|---|------|
| Anexo 1. <i>Datos ordenados (tomados del campo) de las variables evaluadas en el cultivo hortícola (Daucus carota L.), Huatatas, 2690 msnm, Ayacucho 2024</i> | 67 |
| Anexo 2. <i>Costos de producción del cultivo de zanahoria empleando costos directos e indirectos</i> | 68 |
| Anexo 3. <i>Ingreso bruto por cada tratamiento</i> | 77 |
| Anexo 4. <i>Resultado del análisis de la broza de quinua</i> | 78 |
| Anexo 5. <i>Resultados del análisis de caracterización del suelo del campo experimental....</i> | 79 |
| Anexo 6. <i>Panel fotográfico del proceso de ejecución del trabajo de investigación</i> | 80 |

RESUMEN

La presente investigación fue ejecutada en el predio ubicado en Santa Rosa de Huatatas, Ayacucho, a 2690 msnm, con el objetivo de evaluar el efecto de los niveles de broza de quinua en el rendimiento de tres variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.), así como evaluar la respuesta de las variedades a la aplicación de broza de quinua y determinar la relación beneficio/costo (B/C). El experimento se desarrolló bajo un Diseño de Bloques Completos Randomizados (DBCR), con nueve tratamientos resultantes de la combinación de tres niveles de broza de quinua (0, 3 y 6 t ha⁻¹) y tres variedades de zanahoria (Finura, Japonesa y Kuroda), con tres repeticiones, manejando un total de 27 unidades experimentales. Se evaluaron caracteres de crecimiento, rendimiento y rentabilidad. Como resultado, los niveles de broza de quinua de 0, 3 y 6 t ha⁻¹ registraron rendimientos de 31.95, 42.22 y 55.29 t ha⁻¹, respectivamente. En cuanto a las variedades, Kuroda, Japonesa y Finura, presentaron promedios de 11.26, 12.54 y 12.58 hojas por planta; longitudes de hoja de 52.66, 58.81 y 59.67 cm; longitudes de raíz de 13.26, 15.51 y 15.24 cm; pesos de raíz de 150.51, 189.25 y 191.86 g; rendimientos por parcela de 3.95, 4.81 y 5.22 kg; y rendimientos estimados por hectárea de 36.59, 44.55 y 48.32 t ha⁻¹, respectivamente. En el caso del diámetro de raíz, bajo la interacción entre variedad y nivel de broza de quinua (6 t ha⁻¹), se registraron valores de 4.32, 4.75 y 4.90 cm para las variedades Kuroda, Japonesa y Finura, respectivamente. La mayor rentabilidad, según la relación B/C, se obtuvo en el tratamiento T3 (variedad Finura x 6 t ha⁻¹ de broza de quinua) con un valor de S/. 2.72, seguido del tratamiento T6 (Variedad Japonesa x 6 t ha⁻¹ de broza de quinua) con S/. 2.40.

Palabras clave: broza de quinua, *Daucus carota* L., rendimiento, relación beneficio/costo (B/C)

INTRODUCCIÓN

Dentro de los cultivos hortícolas en el Perú, la zanahoria se posiciona como uno de los más desarrollados y de consumo bastante popular. Posee ciertas ventajas, entre las cuales destacan su rápido desarrollo (aproximadamente entre 90 y 100 días), su tolerancia a heladas y su elevado valor nutricional (Suasnabar & Torres, 2022). Desde el punto de vista nutricional, la zanahoria se caracteriza por su contenido de vitamina A y carotenoides con actividad provitamínica A. Asimismo, aporta minerales en pequeñas cantidades, entre los que destacan hierro, yodo y potasio (Surbhi et al., 2018).

A nivel mundial, la zanahoria se considera el cultivo hortícola de raíz más importante, no solo por su amplia aceptación en la dieta humana, sino también porque es especialmente apreciada por su contenido en carotenos, los cuales actúan como precursores de la vitamina A, así como por su contenido vitamínico (vitaminas B, C y E), lo que resalta su relevancia nutricional (Maroto, 2002).

En el Perú, la zanahoria es un cultivo competitivo. En el año 2024 se cultivaron aproximadamente 8 000 hectáreas, destacando los departamentos de Arequipa y Lima con una producción de 77 382 y 55 592 toneladas, en superficies cosechadas de 1 695 ha y 2 317 ha respectivamente. En el departamento de Ayacucho, la producción alcanzó 1 576 toneladas en una superficie cosechada de 121 ha (MIDAGRI, 2024).

Por otro lado, los estudios realizados en el cultivo de quinua están enfocados principalmente en su comportamiento agronómico, mientras que los subproductos generados durante la cosecha y la trilla, como la broza o “quiri” en quechua, han recibido poca atención. En consecuencia, la información sobre los usos de la broza de quinua es aún limitada. Actualmente, la mayor parte se destina a la alimentación del ganado, y solo un pequeño porcentaje se utiliza como materia orgánica en los suelos agrícolas (Mollisaca & Bonifacio, 2021).

Puesto que la broza de quinua representa una fuente importante de materia orgánica, constituye una alternativa sostenible para su aprovechamiento en la agricultura, contribuyendo al mejoramiento de las propiedades del suelo, aspecto fundamental para el desarrollo de cultivos hortícolas. Asimismo, la broza corresponde a una alternativa de bajo costo, derivada de subproductos del cultivo de quinua, cuyo aprovechamiento permite valorizar residuos agrícolas y promover prácticas de economía circular en los sistemas de producción.

En este contexto, el presente trabajo de investigación tuvo los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar el efecto de los niveles de broza de quinua en el rendimiento de tres variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.), bajo condiciones de Huatatas, 2690 msnm, Ayacucho, 2024.

Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de los niveles de broza de quinua en el rendimiento de tres variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.).
2. Evaluar la respuesta de las variedades de zanahoria a la aplicación de broza de quinua.
3. Determinar la relación Beneficio/Costo de los tratamientos.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Pardo (2025) en un estudio realizado en Lurín sobre la producción de zanahoria (*Daucus carota*) cv. Japonesa mediante la aplicación foliar de biol, tuvo como objetivo evaluar su efecto en el rendimiento del cultivo. Se empleó el diseño experimental Bloques Completos al Azar (DBCA) con 7 tratamientos y 4 repeticiones, totalizando 28 unidades experimentales. Una vez efectuado el ANVA, se obtuvieron los siguientes resultados: a) la aplicación foliar de biol permitió alcanzar un rendimiento máximo de 2.87 kg/m²; y b) se registraron promedios máximos de 13.81 hojas/planta, 59.38 cm de longitud de hojas, 4.58 cm de diámetro de raíz y 15.89 cm de longitud de raíz.

Romero (2019) realizó una investigación con el objetivo de evaluar el comportamiento de distintos cultivares y abonos orgánicos sobre el rendimiento del cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.) en la localidad de Muycán, Santiago de Chuco, La Libertad. El experimento se desarrolló bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 12 tratamientos y 3 repeticiones, totalizando 36 unidades experimentales. Una vez efectuado el ANVA, se determinó que los tratamientos con mayores rendimientos fueron Japonesa + humus de lombriz (C₂A₃) y Chantenay Red Cored + humus de lombriz (C₄A₃), con 76.82 y 72.77 kg en 10.50 m², respectivamente.

En un estudio realizado por Vilchez (2018) en El Mantaro – Junín, se evaluó el rendimiento del cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.) en diferentes variedades. Los resultados mostraron que la variedad Japonesa alcanzó el mayor diámetro de raíz, con 3.94 cm, mientras que la variedad Ferracini presentó la mayor longitud de raíz con 19.93 cm y peso

promedio de 167.37 g. Asimismo, el mayor rendimiento se obtuvo con la variedad Ferracini, con un valor de 66 905 kg ha⁻¹.

Gualancañay (2017) desarrolló un estudio orientado a determinar la aclimatación de variedades de zanahoria (*Daucus carota* L) bajo las condiciones agroecológicas de la comunidad de Palacio Real, Provincia Chimborazo, donde obtuvo los siguientes resultados: a) las variedades que se aclimataron de mejor manera fueron Finura, Bolívar, Patzi y Cumbre; b) la variedad Miraflores registró el mayor porcentaje de germinación; Bolívar presentó el mayor número de hojas; Cumbre mostró la mayor altura de planta; Finura destacó por su vigor, peso de raíz (113.93 g) y una coloración naranja intensa; Patzi presentó la mayor longitud de la raíz con 12.83 cm y el mayor diámetro de corazón de raíz con 1.72 cm; mientras que Imperial registró el menor porcentaje de raíces bifurcadas; c) la variedad con mayor rendimiento fue Finura, con 42 172.84 kg ha⁻¹, y la de menor rendimiento fue Chantenay, con 14 308.64 kg ha⁻¹; y d) el análisis económico determinó que Finura presentó la mayor relación beneficio/costo con S/. 2.67, mientras que Chantenay obtuvo la menor con S/. 0.7.

Cruz-Tobar et al. (2018), realizaron un ensayo en Ecuador, con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes abonos orgánicos sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.). El estudio empleó cuatro tipos de abonos orgánicos: compost, bocashi, humus y biol, aplicados en tres dosis (1, 2 y 3 kg/m²). Los resultados indicaron que la aplicación de abonos orgánicos a una dosis de 3 kg/m² favoreció significativamente el desarrollo de plantas, alcanzando una altura promedio de 30.54 cm, una longitud de raíz de 14.80 cm, un peso promedio de raíz de 99.87 g y un rendimiento de 7.49 kg/ m².

En Bolivia, Chillo (2024) evaluó el efecto de distintos niveles de gallinaza (0, 0.5 y 1 kg/m²) en dos variedades de zanahoria: Altiplano y Larga Vida, empleando un diseño de bloques completos al azar. Los resultados evidenciaron que la variedad Larga Vida alcanzó mayor longitud de raíz con 15.78 cm, mientras que el nivel de gallinaza de 0.5 kg/m² registró el mayor rendimiento, con 41.03 t ha⁻¹. En conclusión, la combinación de la variedad Larga Vida con la dosis de 0.5 kg/m² de gallinaza presentó los mejores resultados agronómicos y económicos.

1.2. Cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.)

El cultivo de zanahoria pertenece al grupo de hortalizas de raíces, corresponde a la familia *Apiaceae* (anteriormente Umbiliferae). A nivel mundial, es la hortaliza de raíz que mayormente se siembra (Saavedra Del Real & Kehr, 2019).

Las zanahorias son raíces que se destacan por su alto contenido en carotenoides y su sabor distintivo, el cual se debe a la presencia de terpenoides y poliacetilenos (Haq & Prasad, 2020).

Por otro lado, la zanahoria se compone principalmente de dos secciones, la raíz y el tallo. La raíz está formada en su mayoría por el peridermo (cáscara), una corteza externa pulposa llamada floema y un núcleo interno conocido como xilema (Ahmad et al., 2019).

1.3. Origen

El cultivo de zanahoria es conocido desde tiempos antiguos, cuyo centro de origen se ubica en Asia Central, desde donde se difundió progresivamente hacia Europa, la región del Mediterráneo. En las últimas décadas, este cultivo ha registrado un incremento significativo en su área de cultivo y producción, consolidándose como una de las hortalizas más producidas a nivel mundial. En este contexto, Asia concentra la mayor producción, seguida por Europa y Estados Unidos (MIDAGRI, 2021).

El Ministerio de Economía Familiar Comunitaria Cooperativa y Asociativa (MEFCCA, 2013) menciona que una de las curiosidades más destacadas sobre el origen de la zanahoria es que inicialmente ésta no poseía el intenso color naranja que hoy la caracteriza, sino que se cultivaba una variedad de color púrpura en el exterior y un interior anaranjado. Además, al principio no se cultivaba por su raíz para el consumo, sino que se recolectaban sus hojas y semillas por su aroma, de manera similar a lo que ocurre actualmente con plantas como el comino, hinojo o el perejil

Las zanahorias de color naranja halladas en germoplasma silvestre apuntan a un posible origen en Turquía. Este tipo de zanahoria reemplazó a las de color púrpura en Europa y el Mediterráneo durante el siglo XVII, impulsado por la preferencia humana y selección. Además, estas zanahorias naranjas dieron origen a los cultivares modernos que se cultivan globalmente,

debido a su mejor sabor, mayor versatilidad y alto valor nutricional (Stolarczyk & Janick, 2011).

1.4. Clasificación taxonómica de la zanahoria

De acuerdo a Cronquist (1981), la clasificación taxonómica se presenta a continuación:

| | |
|--------------|---------------------------|
| Reino | : Plantae |
| Subreino | : Embryobionta |
| División | : Magnoliophyta |
| Clase | : Magnoliopsida |
| Subclase | : Rosidae |
| Orden | : Apiales |
| Familia | : Apiaceae |
| Género | : Daucus |
| Especie | : <i>Daucus carota</i> L. |
| Nombre común | : Zanahoria |

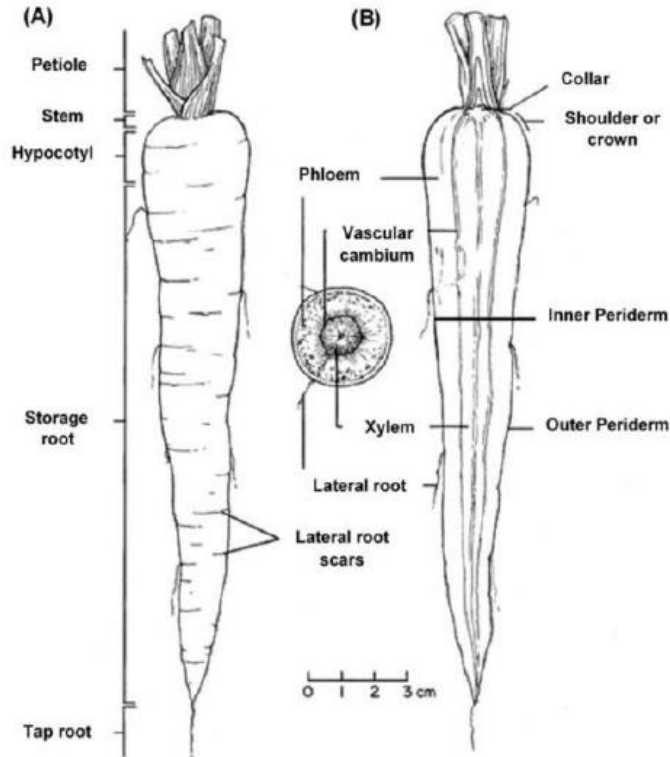
1.5. Descripción botánica de la zanahoria

1.5.1. Raíz

La zanahoria presenta una raíz pivotante (almacenadora), la cual constituye el órgano de consumo. De acuerdo a la variedad, la raíz puede adoptar formas cilíndricas o redondeadas, con longitudes que oscilan entre 5 a 30 cm y diámetros de 2 a 4 cm. Una parte del hipocotilo corresponde a la parte más ensanchada de la raíz; además, se notan raíces secundarias y pelos absorbentes responsables de la absorción de nutrientes. Anatómicamente se constituye por el xilema, ubicado en la parte central, y floema. En zanahorias de buena calidad predomina el floema, donde se concentran mayores cantidades de azúcares y carotenos (Rubatzky et al., 1999).

Figura 1.1

Anatomía de la raíz de zanahoria



Nota. (A) Longitudinal; (B) sección transversal (muestra el xilema, floema y peridermo). Tomado de (Rubatzky et al., 1999).

1.5.2. Tallo

El tallo suele ser bastante rudimentario y está reducido a un pequeño disco o corona en la parte superior de la raíz, con una longitud que varía de 1 a 2.5 cm (Díaz, 2021).

1.5.3. Hojas

Las hojas de la zanahoria son de tipo compuesto, presentan folíolos marcadamente hendidos, y en algunas variedades pueden presentar vello. La longitud de los peciolo varía según la variedad, al igual que la coloración foliar, la cual oscila entre tonos verde claro y verde oscuro (Díaz, 2021).

1.5.4. Flor

La flor es hermafrodita, de tamaño reducido y generalmente de color blanco, aunque también puede presentar tonalidades púrpuras o verdes. Cada flor está compuesta por cinco sépalos verdes de pequeño tamaño, cinco pétalos, cinco estambres (órgano masculino) y ovario bilocular con dos estilos. Estas flores se agrupan en inflorescencias denominadas umbel

compuestas. El proceso de floración puede extenderse entre 30 y 50 días, variando en función de la cantidad de umbelas producidas por cada planta (Suasnabar & Torres, 2022).

El tipo de inflorescencia que presenta el cultivo de zanahoria es umbela compuesta, donde el raquis se reduce a un punto, del cual nacen los radios que llevan una umbela apical; es una umbela de umbélulas (Troiani et al., 2017).

Es una especie alógama, la polinización se realiza a través de insectos. La flor individualmente no puede autofecundarse, porque las anteras maduran antes de que el estigma sea receptivo, a esto se le denomina protandria (Gaviola, 2020).

1.5.5. Fruto

El fruto se origina a partir de cada flor y, desde el punto de vista botánico, se clasifica como esquizocarpo, constituido por dos aquenios que se separan a la madurez. Comúnmente, a cada uno de estos aquenios se le conoce como semilla. El peso de mil semillas varía entre 0.8 y 3.0 gramos (Suasnabar & Torres, 2022).

1.6. Fenología

La zanahoria puede clasificarse como una planta anual o bianual, siendo este último el más frecuente. Su desarrollo se divide en dos fases: la primera, denominada “fase vegetativa”, se enfoca en el crecimiento del follaje y en el engrosamiento de la raíz. En la segunda, conocida como “fase reproductiva”, se centra en la formación de los órganos reproductivos y la culminación del desarrollo del tallo. Desde una perspectiva comercial, ambos ciclos se completan cuando se busca la obtención de semillas (Díaz, 2021).

De acuerdo a Yacolca (2024), la fenología del cultivo de zanahoria se divide en las siguientes fases:

1.6.1. Fase vegetativa

Corresponde al periodo en el que se forma la estructura de almacenamiento, representada por la raíz napiforme, constituyendo la etapa de interés comercial para la producción de raíces. Esta fase comprende dos momentos diferenciados:

a) Desarrollo de raíces absorbentes y hojas

Esta fase se centra en la producción y utilización de carbohidratos, con un énfasis notable en el crecimiento de la longitud de la raíz. Este alargamiento ocurre principalmente en la primera mitad del ciclo, alcanzando al final de este periodo aproximadamente el 80% de longitud que se medirá al momento de la cosecha. Es una etapa de activa división celular (Yacolca, 2024).

b) Engrosamiento de raíz principal

Esta fase se enfoca en la producción y acumulación de carbohidratos y agua, acompañada de un aumento en el tamaño celular. El crecimiento en diámetro (engrosamiento) de la raíz inicia de manera gradual, se acelera posteriormente y finalmente alcanza su grosor máximo. Dicho crecimiento continúa mientras las hojas estén presentes, permitiendo que la raíz siga engrosando. La tuberización comienza en la parte superior de la raíz y concluye en la punta (Yacolca, 2024).

1.6.2. Fase reproductiva

Esta fase se desarrollan las estructuras florales y reproductivas, dando lugar posteriormente a la formación de semillas. La zanahoria inicia este proceso tras acumular horas frío, con temperaturas por debajo de 10 °C. Una vez que se ha producido la inducción, ocurre el alargamiento del tallo floral y la floración se manifiesta durante los primeros meses de la primavera (Yacolca, 2024).

1.7. Composición nutricional de la zanahoria

Tabla 1.1

Contenido nutricional de la zanahoria por 100 g de porción comestible

| Componente | Cantidad |
|------------------------|-----------------|
| Humedad (%) | 88.7 |
| Proteína (%) | 0.9 |
| Grasas (%) | 0.5 |
| Carbohidratos (%) | 6.0 |
| Azúcares totales (%) | 5.6 |
| Fibra (%) | 2.9 |
| Carotenos (mg/100 g) | 5.33 |
| Vitamina C (mg/100 g) | 4 |
| Niacina (mg/100 g) | 0.2 |
| Riboflavina (mg/100 g) | 0.02 |
| Calcio (mg/100 g) | 41 |
| Fósforo (mg/100 g) | 25 |
| Hierro (mg/100 g) | 0.7 |
| Sodio (mg/100 g) | 77 |
| Magnesio (mg/100 g) | 13 |
| Zinc (mg/100 g) | 0.3 |
| Potasio (mg/100 g) | 255 |

Fuente: (Moreiras et al. s.f.)

Esta tabla muestra la composición nutricional de una muestra de zanahoria, en cantidades por cada 100 gramos.

1.8. Clasificación de la raíz de la zanahoria

1.8.1. Clasificación según en tamaño de la raíz

Según Reina (1997, como se citó en Suasnabar & Torres, 2022), se tiene lo siguiente:

Tabla 1.2

Clasificación de raíz del cultivo de zanahoria, según tamaño

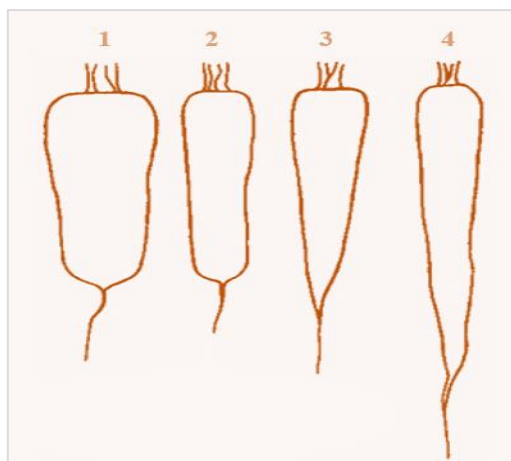
| Tamaño de raíz | Descripción |
|----------------|---|
| Largas | Presentan raíces con longitudes que oscilan entre 20 y 25 cm. |
| Semilargas | Tienen una longitud comprendida entre 15 y 19 cm. |
| Cortas | Se caracterizan por raíces con longitudes menores a 10 cm. |
| Semicortas | Corresponden a raíces con longitud entre 10 y 12 cm. |

1.8.2. Clasificación por tipos y variedades

Casseres (1980), señala que la clasificación de las variedades se establece en función del tamaño y la forma de la raíz, agrupándolas en cuatro tipos principales, tal como se muestra en la Figura 1.2, donde cada tipo es representado mediante una variedad conocida.

Figura 1.2

Ilustración esquemática de 4 tipos de zanahoria



Nota. 1) Chantenay, 2) Nantes, 3) Danvers, 4) Emperador

El tipo Chantenay está representado por las variedades Chantenay y Red Cored Chantenay. Se caracteriza por presentar raíces anchas en la parte superior y de longitud relativamente corta. Por su parte, los tipos Danvers, Nantes y Emperador se distinguen por desarrollar raíces más largas y de forma más cilíndrica en comparación con el tipo Chantenay (Casseres, 1980).

A partir de cada tipo se han originado numerosos cultivares con características similares en cuanto a forma, aunque difieren en aspectos como textura, uniformidad y color.

- **Emperador**

Caracterizado por presentar raíces de reducido diámetro en la zona del “hombro”, son delgados y con longitudes que varían entre 10 y 20 cm. Es especialmente adecuada para el envío a largas distancias. Requiere suelos profundos y buenas prácticas de manejo cultural (Casseres, 1980).

- **Nantes**

La variedad *Nantes* es el que dio origen a la designación del tipo *Nantes*. Se caracteriza por su forma cilíndrica, con punta obtusa y epidermis delgada, cualidades que lo convierten en uno de los tipos de mayor calidad. Sin embargo, presenta como desventaja que sus hojas se quiebran con facilidad al momento de la cosecha (Casseres, 1980).

- **Chantenay**

Preferida para la industrialización. Presenta una amplia capacidad de adaptación y, bajo condiciones de cultivo favorables, desarrolla raíces con una coloración anaranjada intensa y uniforme (Casseres, 1980).

- **Danvers**

Presenta un desarrollo vegetativo más vigoroso en comparación con Chantenay, además de una raíz con punta más aguda. No obstante, sus atributos en cuanto a color, calidad y textura se consideran como de mediana calidad. Resulta apropiada para el huerto familiar y para su comercialización en mercados locales (Casseres, 1980).

1.9. El cultivo de zanahoria en el Perú

La zanahoria es una de las hortalizas más producidas a nivel nacional, cultivada tanto en los valles costeros como en los valles interandinos de la sierra. Entre las principales zonas productoras destacan los departamentos de Arequipa, Lima, Junín, Cusco y La Libertad (MIDAGRI, 2021). En el año 2024, se cosecharon alrededor de 8 646 hectáreas, alcanzando una producción total de 214 318 toneladas, con un rendimiento de 24.53 t ha⁻¹ (MIDAGRI, 2024).

En el año 2024 en el departamento de Ayacucho, se cosechó aproximadamente 121 ha, reportándose una producción de 1 576 toneladas, con un rendimiento de 13 t ha⁻¹ (MIDAGRI, 2024).

1.10. Consumo per cápita de la zanahoria

Tabla 1.3

Consumo promedio per cápita anual de principales hortalizas (kg/persona)

| Hortaliza | Total | Lima | Resto | Área | | Región natural | | |
|-----------|-------|---------------|----------|--------|-------|----------------|--------|-------|
| | | Metropolitana | del País | Urbana | Rural | Costa | Sierra | Selva |
| Cebolla | 11.0 | 12.2 | 10.4 | 11.3 | 9.9 | 11.8 | 10.8 | 7.9 |
| Zanahoria | 6.9 | 6.6 | 7.0 | 6.9 | 6.9 | 5.8 | 9.9 | 3.7 |
| Tomate | 6.8 | 6.7 | 6.9 | 7.1 | 5.8 | 6.8 | 7.1 | 6.3 |

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2021)

Como se puede ver en la tabla 2.2, dentro de las hortalizas con más consumo per cápita se ubica la zanahoria, con 6.9 kg al año. Su consumo es diferencial, según el ámbito geográfico, el consumo promedio per cápita de la zanahoria es igual tanto en el área urbana y rural. Por región natural, la sierra tiene un consumo de 9 kilos 900 gramos al año, cifra superior con respecto a la selva, donde el consumo promedio per cápita es menor con 3 kilos 700 gramos al año.

1.11. Acciones medicinales

El betacaroteno favorece la producción de vitamina A, fundamental para el buen funcionamiento de la vista y la regeneración de tejidos. Las antocianinas ayudan a prevenir

enfermedades degenerativas. Por su parte, los ácidos fenólicos aportan beneficios diuréticos y facilitan la digestión (MEFCCA, 2013).

1.12. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo

1.12.1. Textura del suelo

El cultivo de zanahoria necesita suelo franco arenoso. Los suelos compactos y pesados provocan el desarrollo de raíces fibrosas y duras, lo que reduce su valor debido a su menor tamaño, peso y grosor, además de ser más susceptibles a la aparición de podredumbres (Suasnabar & Torres, 2022).

1.12.2. Aireación

Un suelo con buena aireación favorece un desarrollo más fuerte del sistema radicular. En suelos con buena aireación, las lenticelas tienden a desarrollarse en menor grado, mientras que en suelos compactos se desarrollan en mayor grado, lo que influye en si la raíz carnosa tendrá una superficie lisa o rugosa (Suasnabar & Torres, 2022).

1.12.3. Salinidad y pH

La zanahoria se considera como medianamente tolerante a la salinidad, con valores que varía entre 4 a 10 dS-m⁻¹. En cuanto a la acidez del suelo se clasifica como ligeramente tolerante, con un rango de pH que oscila entre 5.5 a 6.8 (Suasnabar & Torres, 2022).

1.12.4. Clima

La zanahoria es una planta de clima templado que puede soportar el descenso de temperaturas (heladas), aunque también puede cultivarse en climas cálidos (Suasnabar & Torres, 2022).

Aunque el cultivo en mención muestra preferencia por climas frescos, presenta una amplia adaptabilidad a distintas condiciones climáticas. Esta característica permite su producción a lo largo de todo el año, aunque el rendimiento y, especialmente, la calidad del producto puede variar significativamente en función de la época del cultivo (Giacconi & Escaff, 2001).

1.12.5. Temperatura

La temperatura óptima para el desarrollo de la zanahoria se sitúa entre los 16 y 20°C. No obstante, durante la fase de plántula, la planta es especialmente vulnerable a temperaturas extremas. En cuanto a la coloración, se alcanza una pigmentación óptima cuando las temperaturas se mantienen dentro del rango de 16 a 20°C, si estas se elevan entre 21 y 27°C, las raíces tienden a presentar una coloración menos intensa. Las zanahorias cultivadas en invierno suelen tener un tono más pálido, lo cual se relaciona con factores como la menor duración del día, baja intensidad lumínica, alta humedad del suelo y temperaturas frías. Además, las temperaturas bajas, entre 10 y 15 °C, favorecen la formación de raíces más largas y puntiagudas, mientras que temperaturas más altas entre 21 y 27°C, inducen raíces más cortas y con terminación redondeada (Giaconi & Escaff, 2001). Temperaturas demasiado altas aceleran el envejecimiento de la raíz, haciéndola más pequeña y corta, además de afectar su color y sabor, resultando en una raíz amarga y no apta para la comercialización (Suasnabar & Torres, 2022).

1.12.6. Humedad

La zanahoria necesita un buen nivel de humedad en el suelo, especialmente durante su fase de crecimiento, lo que favorece el desarrollo óptimo de sus raíces. Las lluvias en la etapa vegetativa no siempre resultan beneficiosas, por lo que es necesario recurrir al riego para garantizar una mejor producción. Una humedad relativa entre el 70 % y 80 % es ideal para un crecimiento adecuado de las raíces (Suasnabar & Torres, 2022).

1.13. Manejo del cultivo de zanahoria

1.13.1. Historial del uso y manejo del terreno

Antes de sembrar zanahorias, es fundamental tener en cuenta el historial del terreno o lote. Para ello, es necesario considerar qué cultivos han sido sembrados anteriormente, qué plagas se presentan habitualmente en el cultivo y alrededores. Es valioso también recabar detalles sobre las tierras vecinas. Además, es prudente evitar terrenos con un pasado contaminado por vertederos o actividades mineras, entre otros (SENASA, 2020).

1.13.2. Selección del terreno

Para seleccionar un terreno adecuado para el cultivo de zanahoria, es importante considerar varios factores, como el acceso al agua, tipo de suelo, disponibilidad de mano de obra, el clima, y accesibilidad al terreno (SENASA, 2020).

1.13.3. Preparación del terreno

Dependiendo de las condiciones físicas del suelo, especialmente cuando se presentan capas compactadas, se recomienda la realización de subsolado con el fin de romper las capas endurecidas, permitiendo así que las raíces se desarrollen libremente y evitando que se deformen. Además, antes de realizar la siembra, es recomendable afinar la capa superficial del suelo, rompiendo los terrones que puedan haber quedado después de los trabajos de preparación del terreno, lo que favorecerá la emergencia de las semillas y mejorará el contacto del suelo con el agua (SENASA, 2020).

1.13.4. Levantamiento de camas

Esta práctica resulta de gran relevancia. Usar camas altas mejora tanto la aireación como el drenaje del suelo, lo que favorece el desarrollo óptimo de la zanahoria. Entre sus ventajas adicionales se encuentran un mejor manejo del riego y una mejor captación de la luz solar, lo cual contribuye a mejorar la temperatura en la zona de las raíces (Lardizábal, 2013).

1.13.5. Semillas

Las semillas de adecuada calidad cumplen las siguientes características:

- **Pureza física**

Asegura que la semilla mantenga su forma, peso uniforme y aspecto característico de la variedad, sin presentar daños ni impurezas.

- **Calidad fitosanitaria**

Asegura que la semilla esté libre de plagas y no esté contaminada con semillas de malas hierbas.

- **Calidad genética**

Asegura la pureza varietal, su ciclo vegetativo, sus propiedades nutricionales y su capacidad de adaptarse a diferentes ecosistemas.

- **Calidad fisiológica**

Asegura que la semilla pueda germinar incluso en condiciones desfavorables y que las plantas crezcan de manera uniforme en el campo (SENASA, 2020).

1.13.6. Siembra

La labor de siembra se lleva a cabo principalmente de forma directa. Las semillas pueden ser sembradas en camellones (en condiciones de mayor precipitación) o en surcos. Usualmente, las semillas se mezclan con arena para permitir una siembra a chorro continuo, utilizando entre 3 a 5 kg de semillas/ha⁻¹. Normalmente, a los 25 días después de la siembra (dds) se lleva a cabo el desahije para eliminar plantas sobrantes y débiles (SENASA, 2020).

1.13.7. Control de maleza

Es importante considerar que un control tardío de malezas en el cultivo de zanahoria ocasiona una disminución del número de plantas en el campo y un crecimiento más lento de las mismas, ya que aumenta la competencia por luz, agua y nutrientes. El periodo crítico para el cultivo se ubica entre los primeros 60 y 90 días desde la emergencia. Existe dos métodos para controlar la maleza: Control químico, usando herbicidas que haya autorizado el SENASA; control cultural, haciendo uso de la lampa para eliminar las malezas (SENASA, 2020).

1.14. Madurez fisiológica

Se considera que un cultivo ha alcanzado su madurez fisiológica cuando ha completado su crecimiento y desarrollo, y ya está listo para el consumo (Galindo & Saboyá, 2024).

La raíz de la zanahoria se considera madura cuando su piel adquiere firmeza y no puede desprenderse fácilmente al frotarla con los dedos (Moncayo & Ibarra, 2011). Además, en esta etapa las hojas de la planta se abren en forma de abanico y empiezan a inclinarse hacia el suelo (Yugsi, 2011).

1.15. Manejo de la cosecha y postcosecha

Los métodos de cosecha están condicionados por el nivel tecnológico disponible, las alternativas comerciales, la disponibilidad y costo de mano de obra, así como por las características topográficas del área de producción. En la región Ayacucho predomina la cosecha manual, debido a que los cultivos se establecen en zonas con topografía accidentada, lo que limita el uso de maquinaria, además de la disponibilidad de mano de obra a bajo costo.

Por otro lado, en las regiones con terrenos planos y sistemas de producción a mayor escala, la cosecha se realiza de manera mecanizada (Moncayo & Ibarra, 2011).

1.15.1. Cosecha

Esta actividad se lleva a cabo aproximadamente a los 120 dds, aunque este tiempo puede variar de acuerdo a la variedad que se haya sembrado. El rendimiento promedio de la cosecha fluctúa entre 25 a 35 t/ha. Es recomendable realizar riegos de manera continua un par de días antes de la cosecha, puesto que esto va permitir que las raíces puedan ser arrancadas de manera más fácil. La cosecha se efectúa de manera manual, extrayendo las zanahorias una por una. Luego, se rompen las hojas y se limpian las raicillas que puedan estar adheridos a la zanahoria (SENASA, 2020).

La zanahoria debe cosecharse en condiciones de clima fresco, ya que esto favorece la conservación de su calidad y prolonga su vida útil. Cosechar en suelos con baja temperatura ayuda a mejorar su capacidad de conservación, haciendo que se limite el desarrollo de microorganismos como hongos y bacterias. Durante la cosecha también se eliminan las raíces dañadas, muy pequeñas, con coloración verde o a los que muestran señales de pudrición. Además, este proceso debe hacerse con cuidado para evitar pérdidas ocasionadas por golpes o roturas de raíz (Suasnabar & Torres, 2022).

Cuando el suelo está demasiado húmedo o ha llovido recientemente, no es recomendable realizar la cosecha, ya que las zanahorias se vuelven más susceptibles al deterioro rápidamente en postcosecha debido al ataque de bacterias, al estar muy succulento. Además, estas condiciones dificultan las labores manuales y mecanizadas (Moncayo & Ibarra, 2011).

1.15.2. Postcosecha

Después de haber realizado la cosecha, se lavan las raíces para prevenir que estas se manchen. Este lavado debe realizarse con agua libre de contaminantes. Una vez que las raíces estén lavadas y limpias, son colocados en sacos realizando una clasificación de acuerdo a la calidad y tamaño de la misma (SENASA, 2020).

1.16. Criterios de calidad

Las zanahorias deben cumplir ciertos requisitos tales como estar limpias, sanas, sin deformaciones, macizas, no presentar ningún nivel de deshidratación ni consistencia leñosa,

libres de humedad exterior anormal. Por otro lado, el calibre mínimo de las raíces debe ser de 2 cm de diámetro y 6 cm de longitud (González et al., 2010).

Las raíces cosechadas deben ser firmes, de forma recta y con un color naranja brillante. También es importante que presenten buen llenado hasta la punta y presentar una gradiente uniforme desde los hombros hacia la punta, sin bifurcaciones ni presencia de raíces adventicias. Los hombros no deben presentar una coloración verdeada. Además, deben tener bajo contenido de terpenos, sustancias responsables del sabor amargo, y contar con altos niveles de azúcares y humedad. Un factor adicional a considerar es el estrés hídrico en plantas, ya que puede provocar que las zanahorias desarrollen un sabor amargo (Suasnabar & Torres, 2022).

1.17. Plagas y enfermedades del cultivo

En términos generales, se trata de un cultivo que no suele presentar problemas significativos. No obstante, cuando se manifiestan, las plagas y enfermedades pueden afectar negativamente el desarrollo óptimo de la planta, provocando reducciones tanto en el rendimiento como en la calidad del producto cosechado.

A continuación, se describe algunas plagas y enfermedades:

1.17.1. Plagas

Las plagas comunes del cultivo de zanahoria, son las siguientes:

- **Gusanos de tierra “*Agrotis ípsilon*”**

Estas larvas son de hábitos nocturnos, ya que durante el día permanecen enterradas en el suelo, junto a las plantas, adoptando una forma enrollada similar a una “rosquilla”. Estos se alimentan de las hojas y de las plantas jóvenes (Bustillo, 1977).

En aquellas plantas más desarrolladas, el daño se produce debajo de la superficie del suelo, donde las larvas se alimentan de las raíces y crean galerías, lo que facilita la entrada de patógenos (Dughetti & Lanati, 2012).

- **Pulgones “*Myzus sp.* Y *Aphis sp.*”**

Los pulgones causan daños directos al alimentarse de la savia circulante por el floema, succionando con su aparato bucal. Esto se manifiesta en cambios en la coloración,

deformaciones en los tejidos, marchitez e incluso, en algunos casos la muerte de la planta, siendo más severos cuando se trata de plantas jóvenes y/o tejidos tiernos. Mientras que los daños indirectos son ocasionados por el crecimiento de un hongo saprófago “fumagina”, el cual se alimenta de las deyecciones del pulgón y forma un micelio por las hojas, interfiriendo la actividad fotosintética, aunque en la zanahoria este tipo de daños es poco común. El otro daño indirecto es la transmisión de enfermedades virósicas (Dughetti & Lanati, 2012).

- **Gorgojo negro “*Adioristus sp*”**

Los adultos se alimentan de hojas y brotes tiernos, llegando a cortar los talluelos de las plantas una vez que han germinado. Por su parte, en su estadio larvario barrenan la raíz de reserva (SENASA, 2020).

- **Gusano blanco/gallina ciega**

Estos insectos, en estado de larvas se alimentan de las raíces, lo cual provoca deformaciones que disminuyen la calidad de la zanahoria; en casos de ataques graves, pueden causar la muerte de las plantas (SENASA, 2020).

- **Nematodos “*Meloidogyne spp.*”**

Los daños se evidencian mediante la aparición de agallas o nódulos en las raíces. Las raíces afectadas son más pequeñas y tienen menos pelos radiculares. En algunas ocasiones se forman raíces bifurcadas, lo cual ocurre cuando el ataque se produce en la etapa de plántula. En la parte aérea de la planta, se produce un crecimiento reducido, amarillamiento y marchitez (Del Toro & Martinotti, 2012)

1.17.2. Enfermedades

- **Manchas foliares (*Alternaria spp.* Y *Cercospora carotae*)**

Existen dos hongos asociados a la enfermedad, que pueden distinguirse entre sí: *Alternaria spp.*, que ocasiona manchas de color café oscuro en hojas maduros, con lesiones irregulares; y *Cercospora carotae*, que provoca lesiones más claras, de forma regular y se presentan en hojas jóvenes. En ambos casos, las esporas se diseminan a través del viento, agua y semillas (Ávila, 2015).

- **Damping off o Mal del talluelo (Complejo de hongos: *Pythium sp.*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia sp.* y *Sclerotinia sp.*)**

Los hongos asociados con esta enfermedad, suelen atacar principalmente durante las primeras semanas del cultivo. Estos hongos se encuentran en el suelo, donde se reproducen e ingresan a la planta a través de los pelos absorbentes o por heridas producidas durante el trasplante, la escarda, labores de limpieza, o por daño causado por plagas del suelo. Una vez dentro de la planta, los hongos se reproducen y obstruyen los haces vasculares, dificultando el transporte de nutrientes, el cual provoca marchitez de los extremos apicales y amarillamiento del follaje (Ávila, 2015).

El hongo *Pythium sp.* penetra por la punta de la raíz, atacando directamente la zona de crecimiento. Como respuesta al daño, la raíz se bifurca en un intento de evitar el ataque. No obstante, la raíz así desarrollada pierde su valor comercial (Galindo & Saboyá, 2024).

El *Fusarium*, también puede presentarse después de la cosecha (postcosecha), caracterizada por una pudrición seca que comienza en la parte superior de la raíz y avanza progresivamente hacia abajo (SENASA, 2020)

Rhizoctonia sp., esta enfermedad también se manifiesta en la postcosecha, cuando las raíces se almacenan en ambientes fríos con alta humedad relativa. Al inicio, en la raíz de reserva aparecen nudos blancos, los cuales se transforman en superficies hundidas, profundas y de tonalidad oscura (SENASA, 2020).

- **Oidio (*Erysiphe sp.*)**

Este hongo se desarrolla en las hojas formando un polvo blanco sobre ellas. Presentándose un problema mayor en condiciones de clima cálido y seco, y su transmisión puede darse a través de la semilla (SENASA, 2020).

1.18. Fisiopatías

- **Hombros verdes**

Se origina por la exposición de la parte superior de la raíz a la luz solar, esto afecta su calidad comercial. Se puede controlar mediante un ligero aporque que cubra completamente la raíz de la zanahoria (Lardizábal, 2013).

- **Rajado de la raíz**

Dentro de las principales causas de esta fisiopatía es la alta fertilización nitrogenada y un crecimiento acelerado debido a un aporte súbito de agua, entre otros. Se puede controlar con usos moderados de Nitrógeno y riego adecuado (Lardizábal, 2013).

1.19. Requerimiento hídrico

Según Soto (2024), la zanahoria es una planta que, gracias a su sistema de raíces y la estructura xeromórfica de sus hojas, puede adaptarse con relativa facilidad a la falta de humedad en el suelo. No obstante, sus necesidades hídricas varían a lo largo de las diferentes etapas de su desarrollo:

- a) En la fase de germinación de las semillas, es importante que la capa superior del suelo mantenga una humedad moderada. Si la humedad fluctúa de manera drástica, muchas semillas no logran germinar, lo que perjudica la densidad de la población de plantas (Soto, 2024).
- b) Tras la germinación, el crecimiento inicial de la zanahoria es bastante lento y su sistema radicular es frágil, lo que requiere mantener una humedad adecuada en el suelo. Sin embargo, una vez que las plantas han desarrollado más, sus necesidades de humedad disminuyen (Soto, 2024).
- c) Una vez que las raíces carnosas se han formado, es crucial evitar fluctuaciones en la humedad del suelo, ya que esto puede causar que un alto porcentaje de las raíces se agrieten. Además, en estas condiciones, las raíces son más susceptibles a enfermedades fúngicas que provocan pudrición, lo que resulta en la pérdida de una gran parte de la cosecha (Soto, 2024).

Asimismo, Quezada et al. (2011) en su investigación, indica que los requerimientos de agua fluctúan de 6 000 a 9 000 m³ por hectárea, esto depende primordialmente del periodo del cultivo de zanahoria, que dura entre 100 a 140 días.

1.20. Fertilización

Es fundamental tener en cuenta que la fertilización es un aspecto crucial en el cultivo de zanahorias, ya que son sensibles tanto al exceso como a la deficiencia de nutrientes, especialmente al nitrógeno, ya que un exceso puede provocar la aparición de grietas (Lardizábal, 2013).

La fertilización dependerá de las condiciones del suelo, las cuales se establece mediante un análisis de suelos antes de la siembra. Se recomienda aplicar 75 - 150 kg/ha de N, 25 - 125 kg/ha de P_2O_5 y 100 - 175 kg/ha de K_2O (Valverde, 2016).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en un predio ubicado en Santa Rosa de Huatatas.

2.1.1. Ubicación política

Distrito : Tambillo
Provincia : Huamanga
Región : Ayacucho

2.1.2. Ubicación geográfica

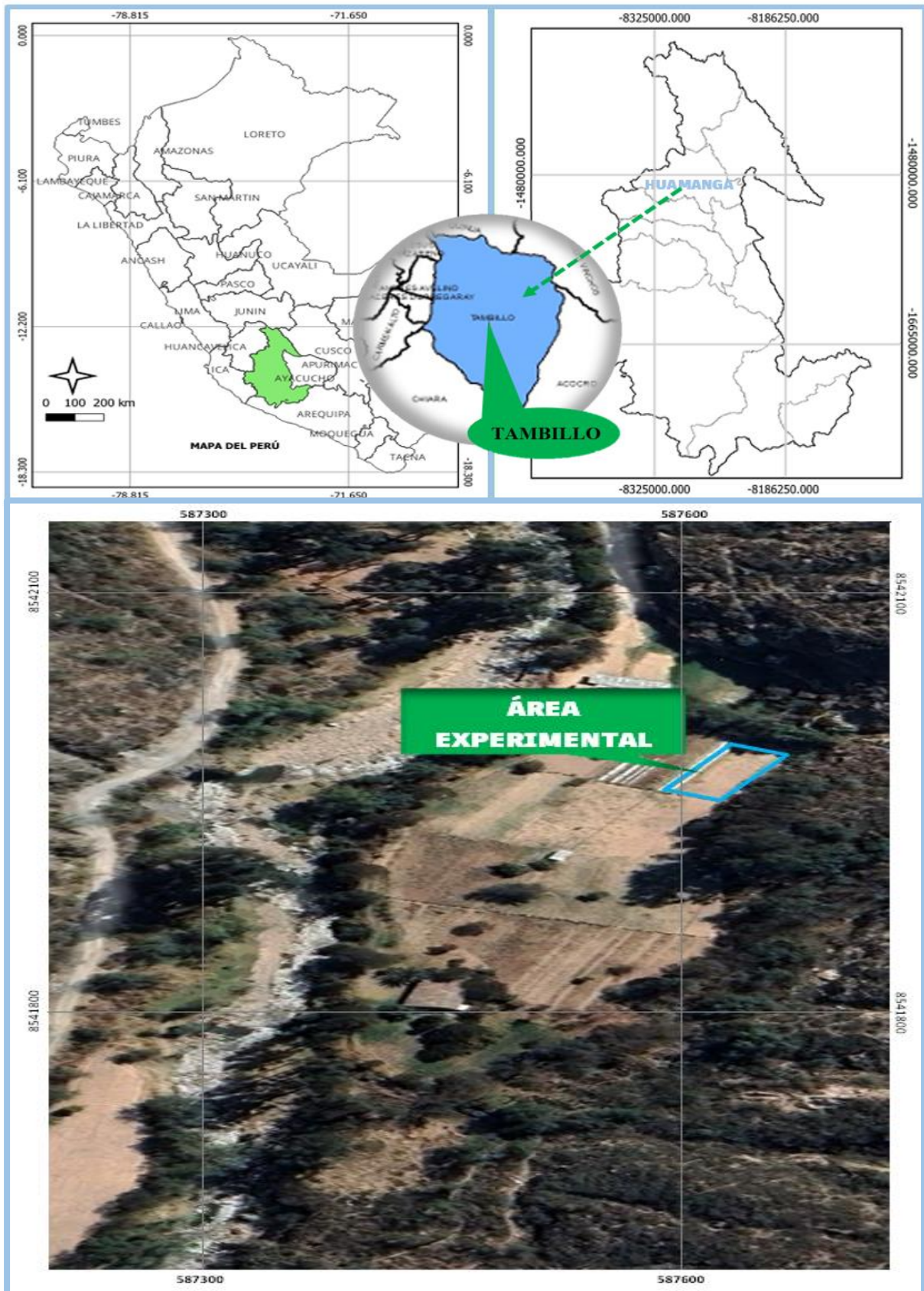
Latitud sur : 13°11'17.54"
Longitud oeste : 74°11'31.85"
Altitud : 2 690 msnm

2.1.3. Ubicación ecológica

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida por Holdridge, Santa Rosa de Huatatas pertenece a la zona de vida Bosque Seco – Montano Bajo Subtropical (bs – MBS). Además, según la clasificación de las regiones naturales del Perú, está ubicado dentro de la región quechua.

Figura 2.1

Mapa de ubicación del área de investigación, Huatatas a 2690 msnm. – Ayacucho 2024



2.2. Antecedentes del terreno experimental

En la campaña agrícola previa, la parcela asignada al presente trabajo experimental estuvo destinada al cultivo de brócoli.

2.3. Características edáficas

Con la finalidad de determinar las características del suelo, se tomó una muestra representativa del terreno, considerado homogéneo y representativo.

La recolección del suelo se realizó mediante el método de zigzag, extrayéndose la muestra a una profundidad de 20 cm. Posteriormente, fue enviada al Laboratorio de Suelos y Aguas del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, para su respectivo análisis.

Los resultados obtenidos del análisis de caracterización se muestran en la tabla 2.1.

Tabla 2.1

Resultados e interpretación del análisis de caracterización del suelo de Huatatas a 2690 msnm. – Ayacucho 2024

| Tipo de análisis | Características | Valor | Unidad | Interpretación |
|------------------|-------------------|-------|-----------|----------------------|
| Análisis físico | Arena | 59.3 | % | |
| | Limo | 23.6 | % | |
| | Arcilla | 17.1 | % | |
| | Clase textural | Fr-Ao | | Franco arenoso |
| Análisis químico | pH 1:2:5 | 7.79 | - | Ligeramente alcalino |
| | CE 1:1 | 4.05 | dS/m | Moderadamente salino |
| | CaCO ₃ | 1.0 | % | Medio |
| | M.O | 1.73 | % | Bajo |
| | N total | 0.08 | % | Bajo |
| | P disponible | 5.4 | Ppm | Bajo |
| | K disponible | 164.4 | Ppm | Medio |
| | Ca ⁺⁺ | 9.16 | meq/100 g | Medio |
| | Mg ⁺⁺ | 4.76 | meq/100 g | Alto |
| | K ⁺ | 0.84 | meq/100 g | Alto |
| | Na ⁺ | 0.68 | meq/100 g | Alto |
| | C.I.C | 14.5 | meq/100 g | Medio |

Nota. Tomado del Laboratorio de Suelos y Aguas del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería UNSCH-FCA.

El resultado de análisis del suelo (tabla 2.1) muestra que el suelo presenta una textura Franco Arenoso, con una reacción ligeramente alcalina y moderada salinidad. El contenido de carbonato de calcio se encuentra en un nivel medio.

Los contenidos de materia orgánica, nitrógeno total y fósforo disponible son bajos. El potasio disponible y la capacidad de intercambio catiónico presentan valores medios. Respecto a los cationes intercambiables, el calcio se encuentra en un nivel medio, mientras que el magnesio, potasio y sodio presentan niveles altos.

2.4. Análisis químico de la broza de quinua

En la tabla 2.2 se muestra los resultados obtenidos en el laboratorio.

Tabla 2.2

Análisis químico de la broza de quinua

| Ensayo | Unidad | Contenido | Aporte (kg ha ⁻¹) | | |
|------------------|--------|-----------|-------------------------------|----------------------|----------------------|
| | | | 0 t ha ⁻¹ | 3 t ha ⁻¹ | 6 t ha ⁻¹ |
| pH | - | 5.82 | | | |
| C.E | dS/m | 9.12 | | | |
| Humedad | % | 8.72 | | | |
| Materia orgánica | % | 32.18 | 0.00 | 965.4 | 1930.8 |
| Nitrógeno | % | 1.80 | 0.00 | 54.00 | 108.00 |
| Fósforo | % | 0.39 | 0.00 | 11.70 | 23.40 |
| Potasio | % | 5.56 | 0.00 | 166.80 | 333.60 |
| Calcio | % | 2.79 | 0.00 | 83.70 | 167.40 |
| Magnesio | % | 1.81 | 0.00 | 54.30 | 108.60 |
| Relación C/N | % | 7.84 | | | |

Nota. Reporte de análisis químico de la broza de quinua, por el laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare de la EEA.

El aporte de nutrientes (kg ha⁻¹) y materia orgánica se calculó en función del contenido porcentual de la broza de quinua y de la dosis aplicada por hectárea (0, 3 y 6 t ha⁻¹). Por otro lado, la baja relación C/N de la broza favorece su rápida descomposición.

2.5. Condiciones climáticas

Los registros climáticos se recopilaron de la Estación Meteorológica ubicada en la Estación Experimental Agraria Canaán - INIA, administrada por la Oficina de Operación y Mantenimiento Hidráulico (OPEMAN) del Gobierno Regional de Ayacucho.

Con el propósito de identificar los periodos de exceso y déficit hídrico durante la campaña agrícola 2024, se calculó el balance hídrico mediante la metodología establecida por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERM).

El balance hídrico para el año 2024, evidenció condiciones favorables de humedad durante los meses de enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre, mientras que entre los meses de abril y octubre se registró un déficit hídrico (ver en la tabla 2.3 y figura 2.2).

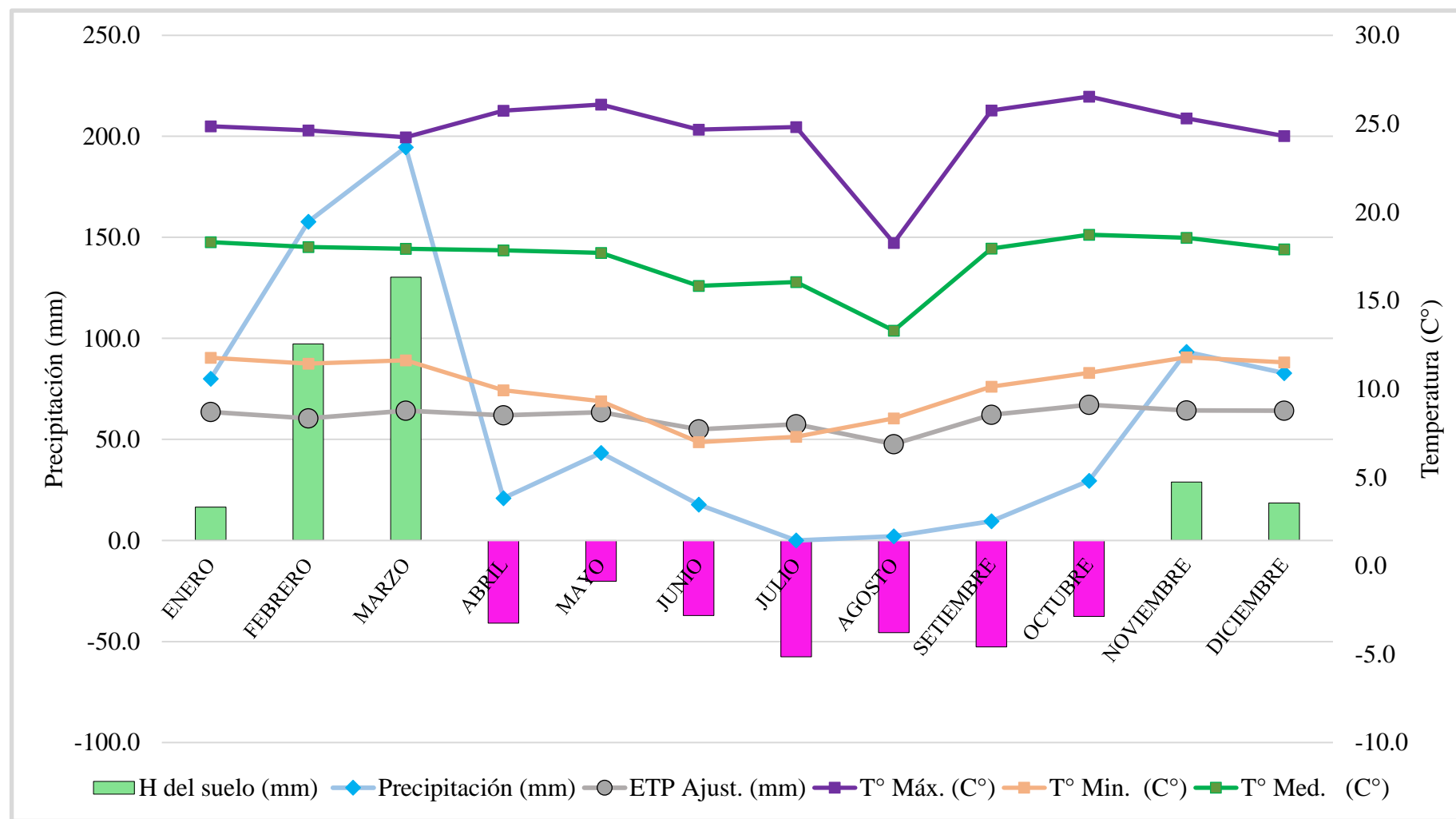
Tabla 2.3

Temperatura (máxima, mínima y media), precipitación y balance hídrico promedio mensual de la campaña agrícola 2024, de la Estación Meteorológica INIA - Ayacucho

| DESCRIPCIÓN | AÑO 2024 | | | | | | | | | | | | TOTAL | PROM. |
|----------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|---------|-------|
| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC | | |
| T° Máxima (°C) | 24.85 | 24.63 | 24.23 | 25.74 | 26.08 | 24.67 | 24.81 | 18.26 | 25.75 | 26.54 | 25.30 | 24.30 | | 24.60 |
| T° Mínima (°C) | 11.76 | 11.43 | 11.62 | 9.93 | 9.31 | 6.99 | 7.29 | 8.34 | 10.13 | 10.91 | 11.79 | 11.50 | | 10.08 |
| T° Media (°C) | 18.31 | 18.03 | 17.93 | 17.84 | 17.70 | 15.83 | 16.05 | 13.30 | 17.94 | 18.73 | 18.55 | 17.90 | | 17.34 |
| N° de días | 31 | 29 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | | |
| Factor | 4.96 | 4.64 | 4.96 | 4.8 | 4.96 | 4.8 | 4.96 | 4.96 | 4.8 | 4.96 | 4.8 | 4.96 | | |
| Precipitación (mm) | 80.1 | 157.8 | 194.6 | 21.0 | 43.3 | 17.8 | 0.0 | 2.1 | 9.6 | 29.6 | 93.3 | 82.80 | 732.00 | |
| ETP (mm) | 87.9 | 83.7 | 88.9 | 85.6 | 87.8 | 76.0 | 79.6 | 66.0 | 86.1 | 92.9 | 89.0 | 88.8 | 1012.15 | |
| Factor de corrección | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | | |
| ETP Ajustado (mm) | 63.5 | 60.5 | 64.3 | 61.9 | 63.5 | 55.0 | 57.6 | 47.7 | 62.3 | 67.2 | 64.4 | 64.2 | | |
| H del suelo (mm) | 16.6 | 97.3 | 130.3 | -40.9 | -20.2 | -37.2 | -57.6 | -45.6 | -52.7 | -37.6 | 28.9 | 18.6 | | |
| Déficit (mm) | | | | -40.9 | -20.2 | -37.2 | -57.6 | -45.6 | -52.7 | -37.6 | | | | |
| Exceso (mm) | 16.6 | 97.3 | 130.3 | | | | | | | | 28.9 | 18.6 | | |

Figura 2.2

Temperatura (máxima, mínima y media), precipitación y balance hídrico promedio mensual de la campaña agrícola 2024, de la Estación Meteorológica INIA – Ayacucho



2.6. Material biológico

Se emplearon tres variedades de zanahoria, entre ellas; Finura, Japonesa y Kuroda; las mismas que fueron adquiridas de la empresa Alabama S.A. (comercializadores de semillas certificadas).

a) Finura

Zanahoria híbrida tipo Chantenay, de alto rendimiento y excelente calidad. Presenta raíces de buen calibre, de color naranja intenso, piel brillante y un elevado contenido de carotenos. Muestra buena adaptabilidad entre 1200 y 2800 msnm. Mantiene una buena apariencia después del lavado y es tolerante al rajado, por lo que es adecuada para su venta en fresco. Su periodo fenológico es de 105 – 120 días (costa) y de 125 – 135 días (sierra). Puede alcanzar rendimientos de hasta 40 -50 t ha⁻¹ (AGROGLOBAL, 2025).

b) Japonesa

Zanahoria híbrida del tipo Chantenay, cuyas semillas son de buen calibre. La planta muestra un desarrollo vigoroso y produce raíces de color naranja brillante, con longitudes aproximadas de 15 a 20 cm. Es tolerante a Fusarium, Sclerotinia y Oídium. Su periodo fenológico promedio es de 90 a 120 días. La siembra se recomienda entre febrero y setiembre en la costa, y entre noviembre y marzo en la sierra (AgroBesser, s.f.).

c) Kuroda

Variedad tradicional de raíz cónica, caracterizada por su color rojo anaranjado y buena uniformidad. Presenta alta tolerancia al calor y resistencia intermedia a Alternaria (MILPA, s.f.)

2.7. Factores estudiados

Los factores considerados para la investigación, son los siguientes:

a) Variedades de Zanahoria (v)

v1: Finura

v2: Japonesa

v3: Kuroda

b) Niveles de broza de semilla de quinua (n)

n1: 0 t ha⁻¹ de broza de quinua

n2: 3.0 t ha⁻¹ de broza de quinua

n3: 6.0 t ha⁻¹ de broza de quinua

2.8. Tratamientos estudiados

Los tratamientos en estudio resultan de la combinación de los factores en estudio, es decir, las tres variedades de zanahoria por los tres niveles de broza de quinua, lo que da como resultado nueve tratamientos, los cuales se presentan en la Tabla 2.3.

Tabla 2.4

Tratamientos con niveles de broza de quinua en el cultivo de zanahoria

| Tratamiento | Clave | Descripción |
|--------------------|--------------|--|
| T ₁ | v1×n1 | Finura * 0 t ha ⁻¹ de broza de quinua |
| T ₂ | v1×n2 | Finura * 3.0 t ha ⁻¹ de broza de quinua |
| T ₃ | v1×n3 | Finura * 6.0 t ha ⁻¹ de broza de quinua |
| T ₄ | v2×n1 | Japonesa * 0 t ha ⁻¹ de broza de quinua |
| T ₅ | v2×n2 | Japonesa * 3.0 t ha ⁻¹ de broza de quinua |
| T ₆ | v2×n3 | Japonesa * 6.0 t ha ⁻¹ de broza de quinua |
| T ₇ | v3×n1 | Kuroda * 0 t ha ⁻¹ de broza de quinua |
| T ₈ | v3×n2 | Kuroda * 3.0 t ha ⁻¹ de broza de quinua |
| T ₉ | v3×n3 | Kuroda * 6.0 t ha ⁻¹ de broza de quinua |

2.9. Diseño experimental

El trabajo de investigación se condujo bajo el Diseño de Bloques Completos Randomizados (DBCR), con arreglo factorial de 3v x 3n (v: variedad de zanahoria y n: nivel de broza de quinua), resultando en 9 tratamientos con tres repeticiones, manejando un total de 27 unidades experimentales.

El modelo aditivo lineal (MAL) se describe a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_k + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Observación de la i -ésima variedad y j -ésimo nivel de broza de quinua en el k -ésimo bloque

μ : Media general

α_i : Efecto de la i -ésima variedad de zanahoria

β_j : Efecto del j -ésimo nivel de broza de quinua

δ_k : Efecto del k -ésimo bloque

$(\alpha\beta)_{ij}$: Efecto de la interacción de la i -ésima variedad de zanahoria y j -ésimo nivel de broza de quinua

ε_{ijk} : Error experimental

2.10. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA). Posteriormente, para identificar específicamente qué tratamientos presentaron diferencias significativas entre sí, se aplicó la prueba de contraste de Tukey, con un nivel de significancia del 5%.

2.11. Descripción del campo experimental

Las características del campo experimental son las siguientes:

a) Bloques

| | |
|-------------------|-----------------------|
| Número de bloques | : 3 |
| Largo del bloque | : 36 m |
| Ancho del bloque | : 1.8 m |
| Área del bloque | : 64.8 m ² |

b) Calles

| | |
|-------------------|---------------------|
| Largo de la calle | : 36 m |
| Ancho de la calle | : 1 m |
| Número de calles | : 2 |
| Área de la calle | : 36 m ² |

c) Unidad experimental

| | |
|-------------------------------|----------------------|
| Número de parcelas por bloque | : 9 |
| Número total de parcelas | : 27 |
| Largo de cada parcela | : 4 m |
| Ancho de cada parcela | : 1.8 m |
| Distanciamiento entre camas | : 0.6 m |
| Número de camas por parcela | : 3 |
| Área de la parcela | : 7.2 m ² |

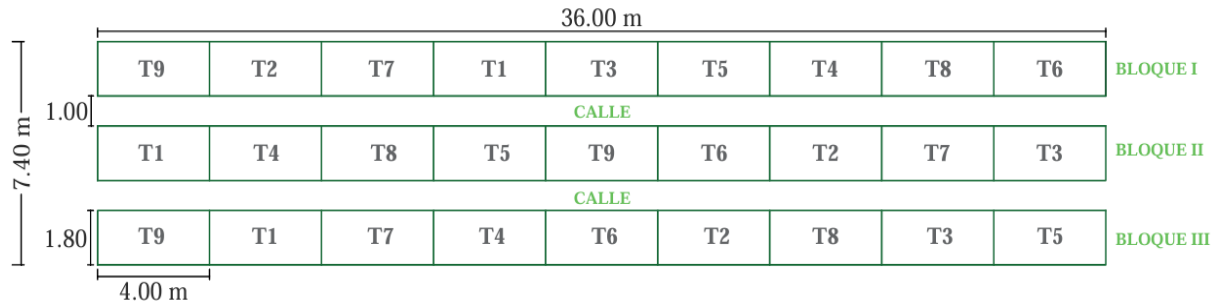
d) Área total del experimento

| | |
|-----------------------|------------------------|
| Ancho | : 7.4 m |
| Largo | : 36 m |
| Área total del ensayo | : 266.4 m ² |

2.11.1. Croquis del campo experimental

Figura 2.3

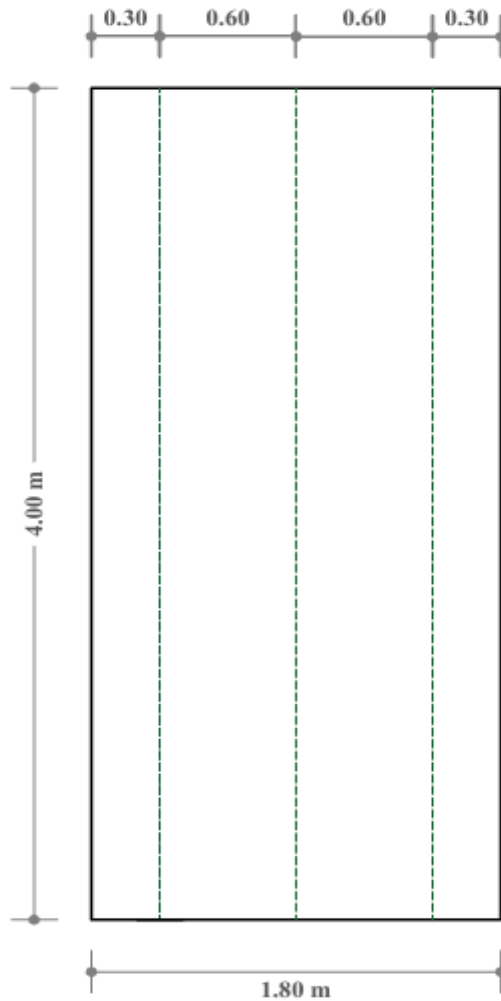
Croquis del campo experimental



2.11.2. Croquis de la unidad experimental

Figura 2.4

Croquis de la unidad experimental



2.12. Instalación y conducción del experimento

El establecimiento del experimento y su posterior manejo agronómico se llevaron a cabo considerando las distintas prácticas propias del cultivo. A continuación, se describen las actividades efectuadas durante el desarrollo del ensayo:

2.12.1. Limpieza del campo experimental

Dado que el terreno no reunía las condiciones adecuadas para el establecimiento del experimento, la primera actividad consistió en la limpieza del lugar. Para ello, se llevaron a cabo las siguientes acciones: recolección de basura, restos de la cosecha anterior y eliminación de malezas. Esta actividad se realizó el 02/02/2024.

2.12.2. Preparación del campo experimental

Tras la limpieza del terreno, se realizó la roturación del suelo con un motocultor, alcanzando una profundidad aproximada de 20 cm. Esta labor permitió, además, facilitar la posterior nivelación del área. Seguidamente, con el uso de un rastrillo, se efectuó el mullido y nivelado del suelo. Dichas actividades se llevaron a cabo el 09 de febrero de 2024.

2.12.3. Demarcación del campo experimental

La demarcación del terreno se llevó a cabo el 10 de febrero de 2024, con el propósito de delimitar parcelas, bloques y tratamientos conforme al diseño experimental, empleando para ello estacas, cordel y cinta métrica.

2.12.4. Incorporación de broza de quinua

La broza de quinua se incorporó en el fondo del surco de acuerdo con los niveles establecidos para cada tratamiento (0, 3 y 6 t ha⁻¹), y posteriormente se mezcló de manera homogénea con el suelo. Esta actividad se realizó el 11 de febrero de 2024.

Tabla 2.5*Cantidad de broza de quinua aplicado por parcela*

| Cantidad de broza de quinua | |
|------------------------------------|--------------------------------|
| t ha⁻¹ | kg parcela⁻¹ |
| 0.0 | 0.0 |
| 3.0 | 2.16 |
| 6.0 | 4.32 |

2.12.5. Siembra

La siembra se realizó de forma directa y a chorro continuo, distribuyendo uniformemente las semillas. El cultivo se estableció en camellones de baja altura, en los cuales se habilitaron dos surcos/hileras por camellón, separados por 0.6 m entre camellones y 0.2 m entre hileras. Cada unidad experimental comprendió tres camellones, cada uno con dos hileras. Posteriormente, se realizó el tapado de las semillas con una ligera capa de suelo. Se empleó una densidad de siembra de 3.5 kg ha⁻¹, llevándose a cabo esta labor el 11 de febrero de 2024.

2.12.6. Riego

Una vez finalizada la siembra, se instalaron las cintas de riego por goteo. Durante el periodo de lluvias, comprendido entre febrero y marzo, la precipitación natural fue suficiente para mantener la humedad del suelo, reduciendo la necesidad de riegos adicionales. Sin embargo, durante el periodo de déficit hídrico, entre abril y junio (ver Figura 2.2), se aplicaron riegos por goteo cada tres o cuatro días, con una duración aproximada de una hora, ajustando la frecuencia según las necesidades del cultivo.

2.12.7. Deshierbo

La labor de deshierbo se realizó de forma manual, empleando un azadón, con el propósito de eliminar las malezas presentes y evitar la competencia por agua, luz y nutrientes con el cultivo. El primer deshierbo se efectuó el 17 de marzo de 2024, a los 36 días después de la siembra (dds), mientras que el segundo se realizó el 8 de abril de 2024, a los 57 dds, permitiendo mantener el campo en condiciones favorables para el desarrollo del cultivo.

2.12.8. Raleo

El raleo se realizó a los 25 días después de la siembra (dds), dejando un espaciamiento de 5 a 7 cm entre plantas, con el fin de ajustar la densidad del cultivo. Con esta práctica, se mantuvo un número aproximado de 85 - 90 plantas por metro cuadrado.

2.12.9. Cosecha

Una vez alcanzada la madurez de cosecha, la recolección se realizó de manera manual, empleando un tridente procurando no dañar las raíces. Esta actividad se realizó en dos jornadas consecutivas, los días 10 y 11 de junio de 2024, correspondientes a los 120 días después de la siembra (dds). Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación de las variables en estudio.

2.13. Criterios de evaluación

Para la evaluación de las variables se seleccionaron, de manera aleatoria, 10 plantas por cada unidad experimental.

2.13.1. Caracteres de crecimiento

a) Número de hojas por planta

La evaluación se realizó en el momento de la cosecha, registrándose el número total de hojas por planta.

b) Longitud de hojas (cm)

Durante la cosecha se midió la longitud de hojas desde la base del cuello de la planta hasta el ápice, utilizando un flexómetro.

c) Diámetro de la raíz (mm)

Una vez cosechado, el diámetro se midió en la parte más ancha de la raíz, generalmente ubicada en el tercio superior, empleando un vernier deslizable previamente calibrado.

d) Longitud de la raíz (cm)

La longitud de raíz se midió utilizando un flexómetro, desde el hombro (parte superior) hasta la punta de la raíz.

2.13.2. Caracteres de rendimiento

a) Peso de la raíz por planta (g)

La evaluación de esta variable se realizó en 10 plantas seleccionadas al azar por cada unidad experimental. El peso de cada raíz se registró individualmente utilizando una balanza digital de precisión.

b) Rendimiento de raíces por parcela (kg)

Se determinó registrando el peso acumulado de raíces cosechadas en un área de 1.08 m² de cada unidad experimental.

c) Rendimiento de raíces por hectárea (t ha⁻¹)

El rendimiento se estimó a partir del peso de las raíces obtenidas en un área de 1.08 m² de cada unidad experimental. Posteriormente, los valores fueron ajustados a una hectárea y expresados en toneladas por hectárea.

Para el cálculo del rendimiento, la cosecha se realizó únicamente en los surcos centrales de cada unidad experimental, cuya área útil fue de 1.08 m². Si bien el área total de cada unidad experimental fue de 7.2 m², solo el área cosechada (1.08 m²) fue utilizada para la estimación del rendimiento.

2.13.3. Rentabilidad

a) Relación Beneficio/Costo

La evaluación de este parámetro fue basada en los costos de producción, los cuales fueron estructurados considerando tanto los costos directos como indirectos generados durante el proceso productivo del cultivo.

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracteres de crecimiento

3.1.1. Número de hojas por planta

Tabla 3.1

Análisis de varianza del número de hojas por planta en variedades de zanahoria (Daucus carota L.), bajo efecto de niveles de broza de quinua. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho

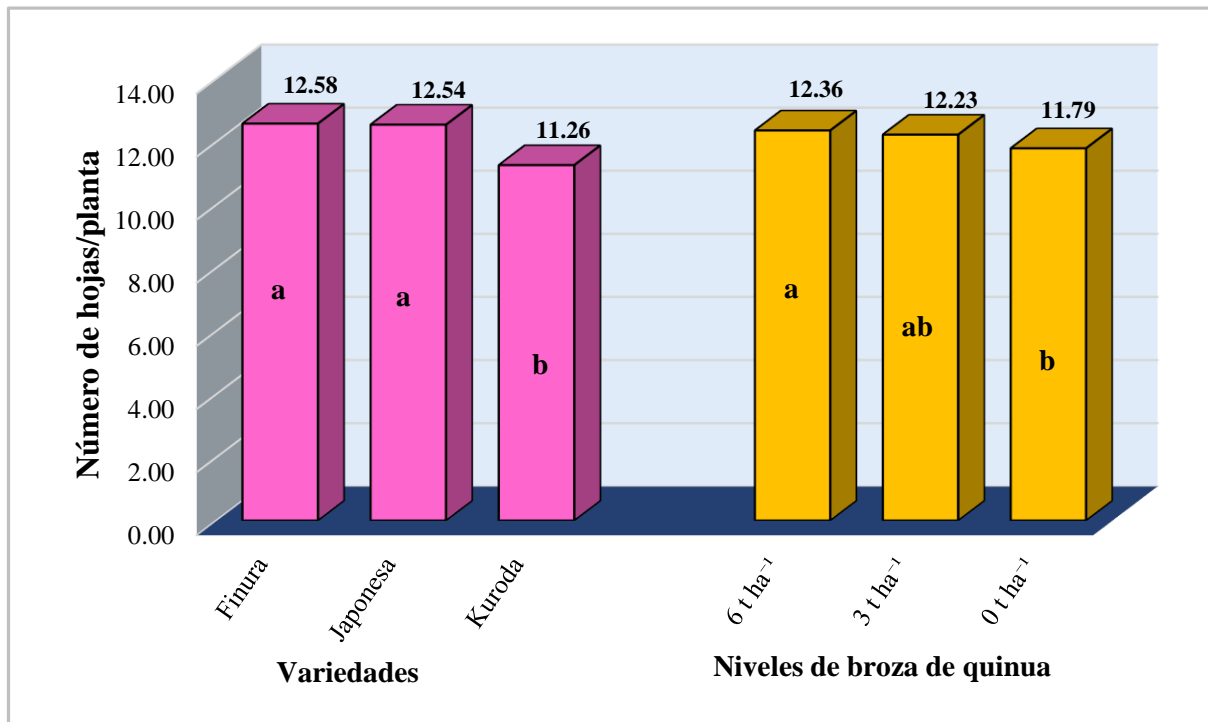
| F.V. | GL | SC | CM | Fc | p-valor |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Bloque | 2 | 0.30 | 0.15 | 0.79 | 0.4686 ns |
| Variedad (V) | 2 | 10.15 | 5.08 | 26.89 | <0.0001** |
| Broza de quinua (B) | 2 | 1.58 | 0.79 | 4.19 | 0.0347 * |
| Interacción (V*B) | 4 | 0.03 | 0.01 | 0.04 | 0.9974 ns |
| Error | 16 | 3.02 | 0.19 | | |
| Total | 26 | 15.08 | | | |

C.V (%) = 3.58

En la tabla 3.1 del análisis de varianza del número de hojas por planta, se muestra que los efectos principales de variedad (V) y niveles de broza de quinua (B) obtuvieron resultados estadísticamente significativos, a excepción de la interacción de estos factores (V x B). Esto significa que los factores estudiados generaron un efecto positivo más marcado de forma independiente en el número de hojas por planta, lo cual conduce a realizar un análisis de comparación de medias en función de los efectos principales. No existe significancia entre los bloques, lo cual permite inferir que hay homogeneidad entre las repeticiones. Respecto al coeficiente de variación, este alcanzó un valor de 3.58 %, evidenciando que existe precisión experimental, con resultados confiables.

Figura 3.1

Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales en el número de hojas por planta del cultivo de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho



En la figura 3.1 se muestran los promedios del número de hojas por planta para las tres variedades y tres niveles de broza de quinua. En cuanto a variedades, Finura y Japonesa obtuvieron el mayor promedio con 12.58 y 12.54 hojas por planta, respectivamente, siendo estadísticamente superiores a Kuroda (11.26 hojas/planta). En cuanto a los niveles de broza de quinua, se observa que 6 t ha⁻¹ y 3 t ha⁻¹ reportaron mayor número promedio de hojas con 12.36 y 12.23 hojas por planta, respectivamente, sin presentar diferencia estadística entre sí.

Sobre esta variable, Gualancañay (2017), en su trabajo de investigación sobre la aclimatación de variedades de zanahoria en la provincia de Chimborazo – Ecuador, obtuvo con las variedades Finura y Japonesa 9.70 y 8.13 hojas por planta, respectivamente, siendo valores menores a lo obtenido en el presente trabajo de investigación.

Por otro lado, Pardo (2025), en su estudio de aplicación foliar de biol en la zanahoria variedad Japonesa, respecto al número de hojas, los resultados oscilaron entre 11.66 a 13.81. Se puede verificar que el valor obtenido en la presente investigación (12.54) se encuentra dentro del rango de los reportados por el estudio mencionado.

3.1.2. Longitud de hojas

Tabla 3.2

Análisis de varianza de la longitud de hojas en variedades de zanahoria (Daucus carota L.), bajo efecto de niveles de broza de quinua. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho

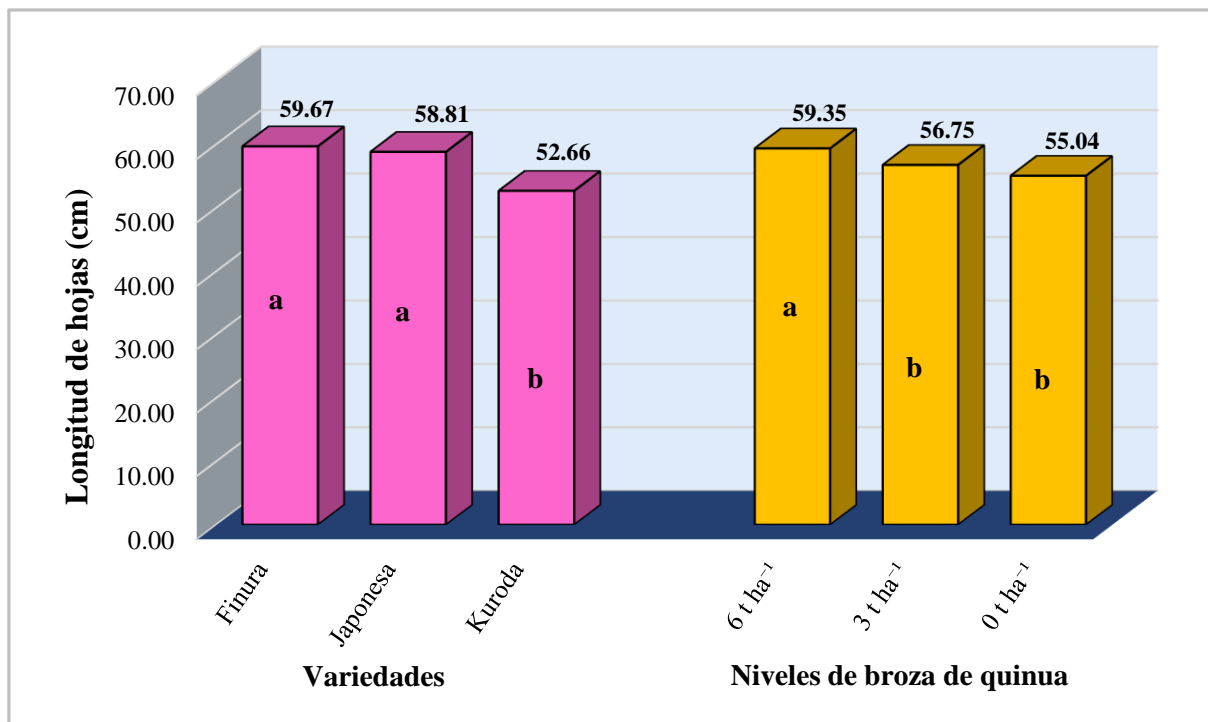
| F.V. | GL | SC | CM | Fc | p-valor |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Bloque | 2 | 6.42 | 3.21 | 0.74 | 0.4907 ns |
| Variedad (V) | 2 | 263.02 | 131.51 | 30.50 | <0.0001** |
| Broza de quinua (B) | 2 | 84.97 | 42.49 | 9.85 | 0.0016 ** |
| Interacción (V*B) | 4 | 3.76 | 0.94 | 0.22 | 0.9294 ns |
| Error | 16 | 68.99 | 4.31 | | |
| Total | 26 | 427.16 | | | |

CV (%) = 3.64

Según el análisis de varianza (Tabla 3.2) de la longitud de hojas, no existe diferencia significativa entre los bloques y en la interacción (Variedad x Broza); mientras que en los efectos principales de variedad y niveles de broza de quinua se evidencian diferencias estadísticas altamente significativas. El coeficiente de variación de 3.64 % refleja una adecuada precisión experimental.

Figura 3.2

Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales en la longitud de hojas del cultivo de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho



En la figura 3.2 se muestran los promedios de la longitud de hojas para las tres variedades y los tres niveles de broza de quinua. En cuanto a variedades, Finura y Japonesa obtuvieron el mayor promedio de longitud de hojas, con 59.67 cm y 58.81 cm, respectivamente, siendo estadísticamente superiores a Kuroda (52.66 cm). En cuanto a los niveles de broza de quinua, se observa que la aplicación de 6 t ha⁻¹ generó la mayor longitud promedio de hojas, con 59.35 cm, mientras que los niveles de 3 t ha⁻¹ y ausencia de broza (0 t ha⁻¹) indican que no hubo diferencias estadísticas significativas entre sí.

En una investigación realizada con cinco variedades de zanahoria, Vilchez (2018) reportó que los valores medios de altura de planta oscilaron entre 28.56 y 59.06 cm, lo que reflejó la variabilidad existente entre los materiales evaluados. En este intervalo, la variedad Japonesa registró una altura promedio de 49.25 cm, situándose en el rango superior, aunque sin alcanzar los valores máximos registrados.

Romero (2019), en su trabajo de investigación sobre la evaluación del comportamiento de cultivares y abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de zanahoria, reporta que,

respecto a la altura de la planta, la variedad Japonesa alcanzó 38.53 cm, mientras que la variedad Finura registró 34.96 cm. En cuanto al efecto de los abonos, con humus de lombriz (6 t ha⁻¹) se alcanzó una altura promedio de 37.44 cm, con estiércol de cuy (6 t ha⁻¹) 36.32 cm y, en el tratamiento testigo (sin aplicación de abono), 34.96 cm. Asimismo, Argamonte (2013), al evaluar distintos niveles de guano de isla incubado en solución de microorganismos efectivos aplicados en el cultivo de zanahoria, determinó que la altura de la planta presentó un rango de variación comprendido entre 26.9 cm a 34.7 cm. Estos resultados son inferiores a los obtenidos en el presente estudio.

La mayor longitud de hojas observada en el presente trabajo podría asociarse con la aplicación de broza de quinua, la cual, por su baja relación C/N, podría favorecer una fácil descomposición y la liberación oportuna de nutrientes, contribuyendo al desarrollo foliar de las plantas.

3.1.3. Diámetro de la raíz

Tabla 3.3

Análisis de varianza del diámetro de la raíz en variedades de zanahoria (Daucus carota L.), bajo efecto de niveles de broza de quinua. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | p-valor |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Bloque | 2 | 0.01 | 0.01 | 0.89 | 0.5880 ns |
| Variedad (V) | 2 | 3.12 | 1.56 | 277.33 | <0.0001** |
| Broza de quinua (B) | 2 | 1.92 | 0.96 | 170.67 | <0.0001** |
| Interacción (V*B) | 4 | 0.15 | 0.04 | 6.67 | 0.0027 ** |
| Error | 16 | 0.09 | 0.01 | | |
| Total | 26 | 5.29 | | | |

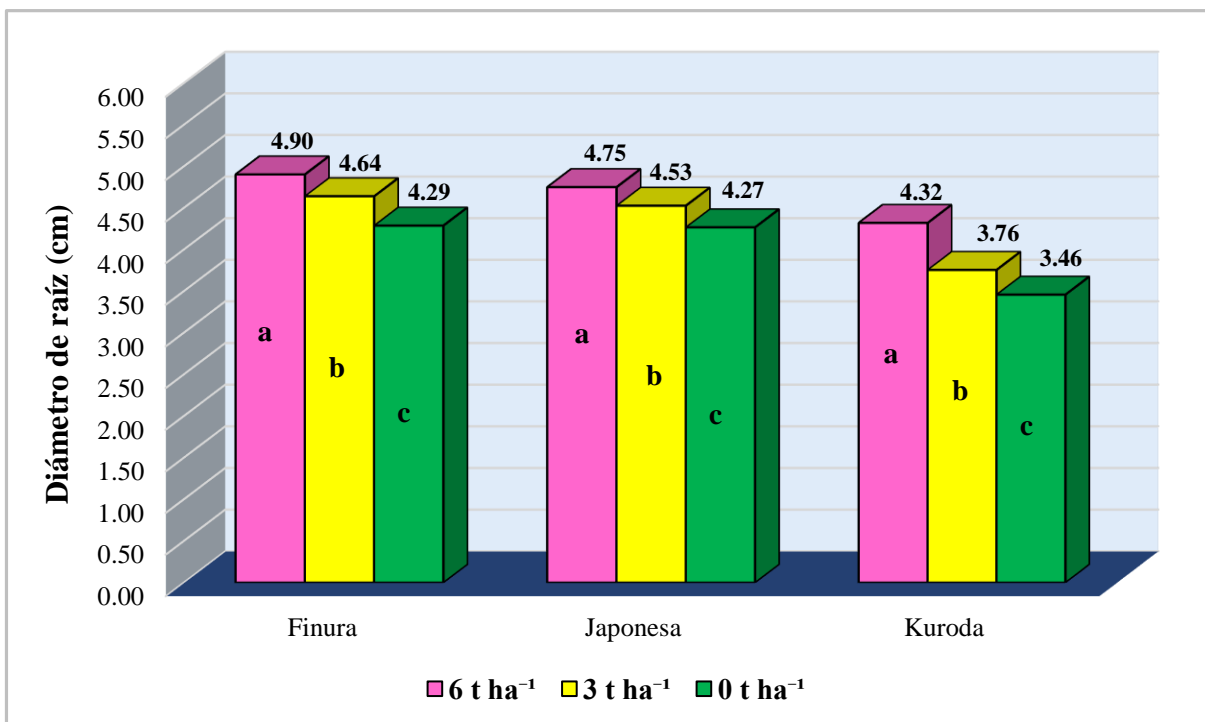
C.V (%) = 1.74

En la tabla 3.3 se reporta el análisis de varianza para el diámetro de la raíz, donde se muestra diferencias estadísticas altamente significativas en las fuentes de variación: variedades, niveles de broza de quinua y su interacción. Esto muestra que tanto las variedades como los niveles de broza tuvieron efectos distintos sobre el diámetro de la raíz. La alta significación

estadística en la interacción permite realizar la comparación de los efectos simples. El C.V es 1.74 %, el cual refiere buena precisión del experimento.

Figura 3.3

Prueba de Tukey (0.05) de los efectos simples en el diámetro de raíz del cultivo de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho



En la figura 3.3 se muestra la comparación de las medias de los efectos simples de niveles de broza de quinua en las variedades evaluadas. En las tres variedades, el diámetro de la raíz mostró una tendencia creciente a medida que aumentaron los niveles de broza. El mayor diámetro se obtuvo con 6 t ha⁻¹, destacando la variedad Finura con 4.90 cm, seguida de Japonesa (4.75 cm) y Kuroda (4.32 cm). Con 3 t ha⁻¹, los diámetros resultaron con valores intermedios: 4.64 cm en Finura, 4.53 cm en Japonesa y 3.76 cm en Kuroda. En ausencia de broza (0 t ha⁻¹) se registraron los valores más bajos: 4.29 cm para Finura, 4.27 cm para Japonesa y 3.46 cm para Kuroda. En términos generales, la aplicación de 6 t ha⁻¹ de broza resultó estadísticamente superior a los demás niveles. Este comportamiento demuestra que la interacción entre variedad y nivel de broza es estadísticamente significativa, reflejando la influencia conjunta de ambos factores sobre el diámetro de la raíz.

De acuerdo al resultado obtenido, se considera que esta diferencia se atribuye a factores genéticos y capacidad de tolerancia propia de cada variedad a las condiciones climáticas y características edáficas.

Valerio y Medina (2024), en su estudio sobre el efecto de bioestimulantes líquidos derivados de residuos de pescado y extracto de algas marinas en la zanahoria variedad Finura, señalaron que el diámetro de la raíz fue de 3.09 a 3.97 cm.

Romero (2019), al evaluar el comportamiento de cultivares y abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de zanahoria, mostró que la variedad Finura, en el tratamiento testigo (sin aplicación de abono), registró un diámetro de raíz de 3.95 cm. Con la aplicación de estiércol descompuesto de 6 t ha⁻¹ alcanzó 4.23 cm, mientras que con humus de lombriz a la misma dosis obtuvo 4.30 cm. En la variedad Japonesa, el testigo presentó 4.17 cm, incrementándose a 5.20 cm con estiércol y a 5.50 cm con humus de lombriz, ambos a 6 t ha⁻¹.

Vilchez (2018) registró un diámetro promedio de raíz de 3.94 cm en la variedad Japonesa, valor cercano al obtenido en la presente investigación, donde la misma variedad, sin aplicación de broza de quinua, alcanzó 4.27 cm. Esta pequeña diferencia podría estar asociada a variaciones en las condiciones edafoclimáticas y al manejo agronómico empleado.

En su trabajo de investigación, Chillo (2024) evaluó el comportamiento productivo de dos variedades de zanahoria (Altiplano y Larga Vida) con la aplicación de diferentes niveles de gallinaza (0, 0.5 y 1 kg/m²). Respecto al diámetro de raíz, en la variedad Altiplano el mayor valor registrado fue de 3.593 cm con 0.5 kg/m² de gallinaza. Por su parte, la variedad Larga Vida alcanzó un mayor diámetro de 3.573 cm con 0.5 kg/m² de gallinaza. Al contrastar estos resultados, se observa que los valores alcanzados en la presente investigación fueron superiores. Estas diferencias pueden atribuirse principalmente a la variabilidad genética de las variedades evaluadas, así como al tipo y dosis de abono empleado. A ello se suman posibles variaciones en las condiciones edafoclimáticas y de manejo agronómico, que también podrían haber influido en el desarrollo del diámetro de la raíz.

3.1.4. Longitud de la raíz

Tabla 3.4

Análisis de varianza de la longitud de raíz en variedades de zanahoria (Daucus carota L.), bajo efectos de niveles de broza de quinua. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho

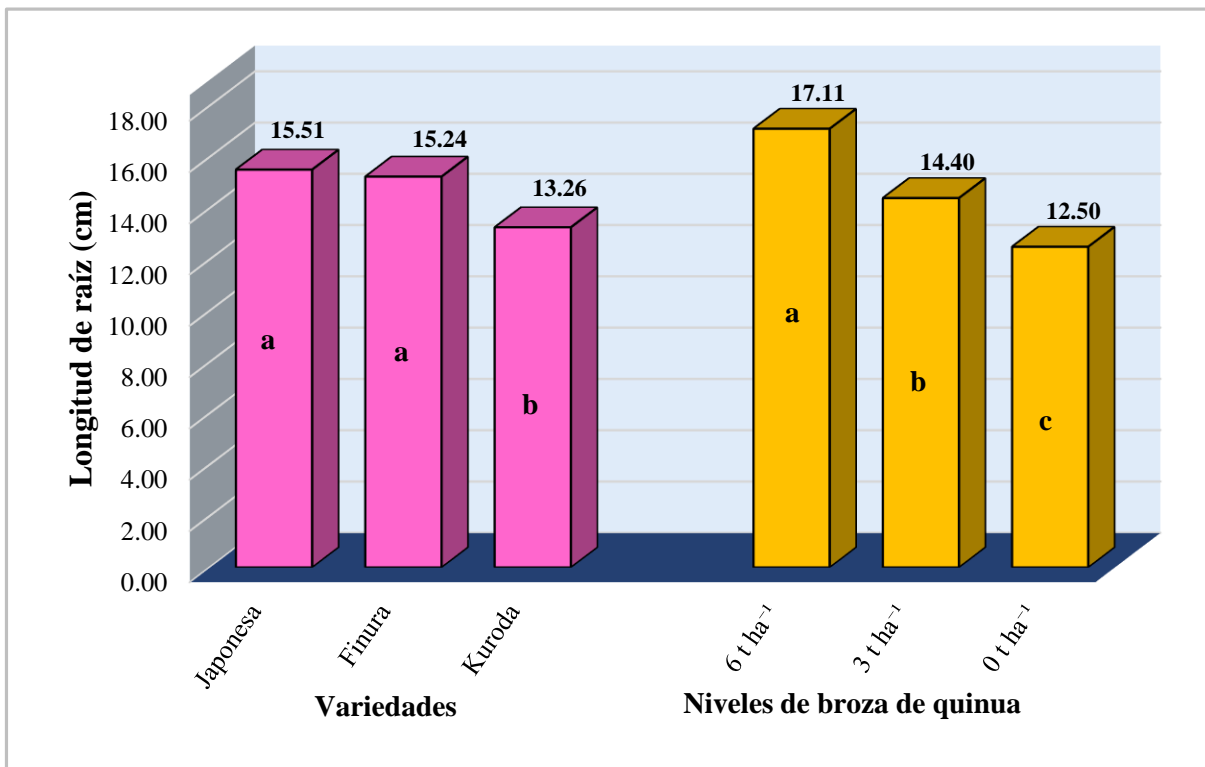
| F.V. | GL | SC | CM | Fc | p-valor |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Bloque | 2 | 3.60 | 1.80 | 2.28 | 0.1348 ns |
| Variedad (V) | 2 | 27.16 | 13.58 | 17.19 | 0.0001 ** |
| Broza de quinua (B) | 2 | 96.42 | 48.21 | 61.03 | <0.0001** |
| Interacción (V*B) | 4 | 2.31 | 0.58 | 0.73 | 0.5835 ns |
| Error | 16 | 12.64 | 0.79 | | |
| Total | 26 | 142.14 | | | |

C.V (%) = 6.06

En el análisis de varianza para la longitud de raíz (Tabla 3.4) se observa que existe alta significación estadística en los efectos principales correspondientes a variedad (V) y niveles de broza (B), mientras que en la interacción de estos dos factores (V x B) no existe significancia; con lo cual se evidencia que la aplicación de los factores en estudio tuvo un efecto positivo sobre la variable respuesta de manera independiente, por lo que corresponde realizar el respectivo análisis de comparación de medias en función de los efectos principales. No existe significancia en los bloques, por lo cual se constata que existe homogeneidad entre las repeticiones. El coeficiente de variación fue 6.06 %, el cual refleja buena precisión y confiabilidad de los datos obtenidos.

Figura 3.4

Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales en la longitud de raíz, del cultivo de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho



La figura 3.4 de la prueba de Tukey de la longitud de raíz muestra que las variedades Japonesa y Finura obtuvieron mayor longitud de raíz, con 15.51 cm y 15.24 cm, respectivamente, las cuales no presentan diferencia estadística significativa entre sí; por otro lado, con la variedad Kuroda se obtuvo 13.26 cm, lo cual evidencia la existencia de diferencia estadística significativa respecto a las otras dos variedades. En el caso de los niveles de broza, se muestra que la aplicación de 6 t ha⁻¹ es superior estadísticamente frente a los demás niveles, alcanzando 17.11 cm; a esto le sigue 3 t ha⁻¹ con 14.40 cm y con la ausencia de broza (0 t ha⁻¹) se obtuvo una longitud de raíz de 12.50 cm, siendo inferior con diferencia significativa de los demás niveles.

Los resultados obtenidos en el presente estudio son superiores a los documentados por Gualancañay (2017), quien reportó longitudes de raíz de 12.32 cm y 10.91 cm para las variedades Finura y Japonesa, respectivamente. En cuanto a la variedad Finura, Valerio y Medina (2024) obtuvieron una longitud de raíz de 15.14 cm tras la aplicación de extracto de algas marinas a 1 L/cilindro, valor similar al alcanzado en esta investigación.

En lo que respecta a la variedad Japonesa, Pardo (2025) reportó la mayor longitud de raíz (15.89 cm) al aplicar biol a 25 L ha⁻¹. Por otro lado, Vilchez (2018) documentó un tamaño de raíz de 15.37 cm en la misma variedad. El valor alcanzado en la variedad Japonesa (15.51 cm) se encuentra próximo al valor máximo registrado por dichos autores.

Romero (2019), al aplicar humus de lombriz a una dosis de 6 t ha⁻¹, obtuvo una longitud de raíz de 14.59 cm, mientras que la aplicación de estiércol descompuesto de cuy a la misma dosis produjo 14.45 cm. Estos resultados se sitúan dentro de un rango similar al obtenido en este estudio con la aplicación de broza de quinua a 3 t ha⁻¹ (14.40 cm).

Finalmente, Chillo (2024) registró una longitud de raíz de 16.25 cm en la variedad Larga Vida mediante la aplicación de gallinaza, con una dosis de 0.5 kg/m², valor que se aproxima al alcanzado en este estudio (17.11 cm) con la aplicación de broza de quinua a 6 t ha⁻¹.

3.2. Caracteres de rendimiento

3.2.1. Peso de la raíz por planta

Tabla 3.5

Análisis de varianza del peso de raíz por planta en variedades de zanahoria (Daucus carota L.), bajo efecto de niveles de broza de quinua. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | p-valor |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Bloque | 2 | 52.80 | 26.40 | 0.92 | 0.4177 ns |
| Variedad (V) | 2 | 9652.64 | 4826.32 | 168.66 | <0.0001** |
| Broza de quinua (B) | 2 | 6026.28 | 3013.14 | 105.29 | <0.0001** |
| Interacción (V*B) | 4 | 278.12 | 69.53 | 2.43 | 0.0903 ns |
| Error | 16 | 457.86 | 28.62 | | |
| Total | 26 | | | | |

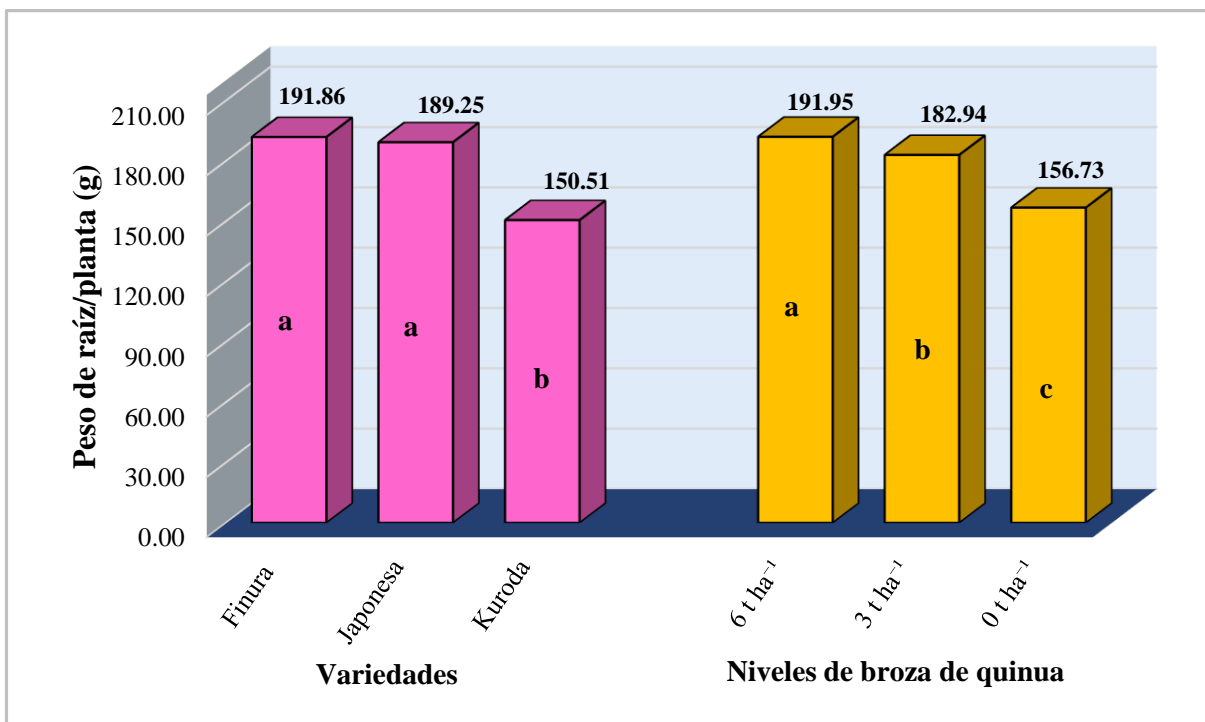
C.V (%) = 3.02

En la tabla 3.5, correspondiente al análisis de varianza del peso de la raíz por planta, se observa alta significación estadística en los efectos principales correspondientes a variedad (V) y niveles de broza (B); por el contrario, en la interacción de estos dos factores (V x B) no existe significancia. Asimismo, no se registró significancia en los bloques, por lo cual se constata que

existe homogeneidad entre las repeticiones. El coeficiente de variación fue de 3.02 %, lo que indica buena precisión experimental y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Figura 3.5

Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales en el peso de raíz por planta del cultivo de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho



La figura 3.5, muestra la prueba de Tukey del peso de la raíz, donde se observa que las variedades Finura y Japonesa obtuvieron 191.86 g y 189.25 g, respectivamente, sin presentar diferencia estadística entre sí; con Kuroda se obtuvo 150.51 g, presentando así diferencia estadística significativa respecto a las otras dos variedades. En lo referente al efecto de los niveles de broza de quinua, los resultados presentan diferencias estadísticas en cada nivel: con 6 t ha⁻¹ se alcanzó el peso de raíz más alto con 191.95 g, seguido por 3 t ha⁻¹ que reportó 182.94 g, y por último con la ausencia de broza (0 t ha⁻¹) se obtuvo el peso más bajo, con 156.73 g. En términos generales, los niveles más altos de broza tuvieron mayor influencia en el peso de raíz; asimismo, Finura y Japonesa muestran superioridad a la variedad Kuroda.

Zebillano (2017) evaluó el efecto de abonos orgánicos en el rendimiento de zanahoria variedad Royal Chantenay, encontrando que el mayor peso promedio de raíz se obtuvo con la aplicación de guano de isla (120 g), seguido por gallinaza (110 g) y estiércol de ovino (100 g). De manera similar, Argamonte (2013), al evaluar niveles de guano de isla incubado en solución de microorganismos efectivos en la misma variedad, indicó que el mayor peso promedio de raíz se obtuvo con la aplicación de 2050 kg ha⁻¹ de guano de isla incubado durante 20 días, logrando 119.37 g. Asimismo, Barrientos (2014), al emplear diferentes dosis de biol en el cultivo de zanahoria variedad Royal Chantenay, encontró que el peso promedio de raíz varió entre 59.35 y 80.78 g, valores inferiores a los previamente citados. Finalmente, Chillo (2024) reportó que, con la aplicación de 0.5 kg/m² de gallinaza, la variedad Altiplano alcanzó 83.37 g, mientras que la variedad Larga Vida registró un valor superior con 106.03 g. Cabe señalar que los valores obtenidos por los autores mencionados resultan inferiores a los promedios reportados en la presente investigación, diferencia que podría estar asociada a la variedad utilizada, al tipo y dosis de fertilización, así como las condiciones edafoclimáticas en el que se desarrollaron los ensayos.

Saenz (2023) evaluó el rendimiento de la variedad Royal Chantenay bajo fertilización con fuentes inorgánicas y orgánicas, reportando que la fertilización inorgánica (N-P-K) y la aplicación de estiércol de cuy + EM produjeron pesos promedio de raíz de 190.88 y 180.09 g, respectivamente, valores que guardan similitud con lo obtenido en el presente estudio.

3.2.2. Rendimiento de raíces por parcela

Tabla 3.6

Análisis de varianza del rendimiento de raíces por parcela en variedades de zanahoria (Daucus carota L.), bajo efecto de niveles de broza de quinua. Huatatas 2690, Ayacucho

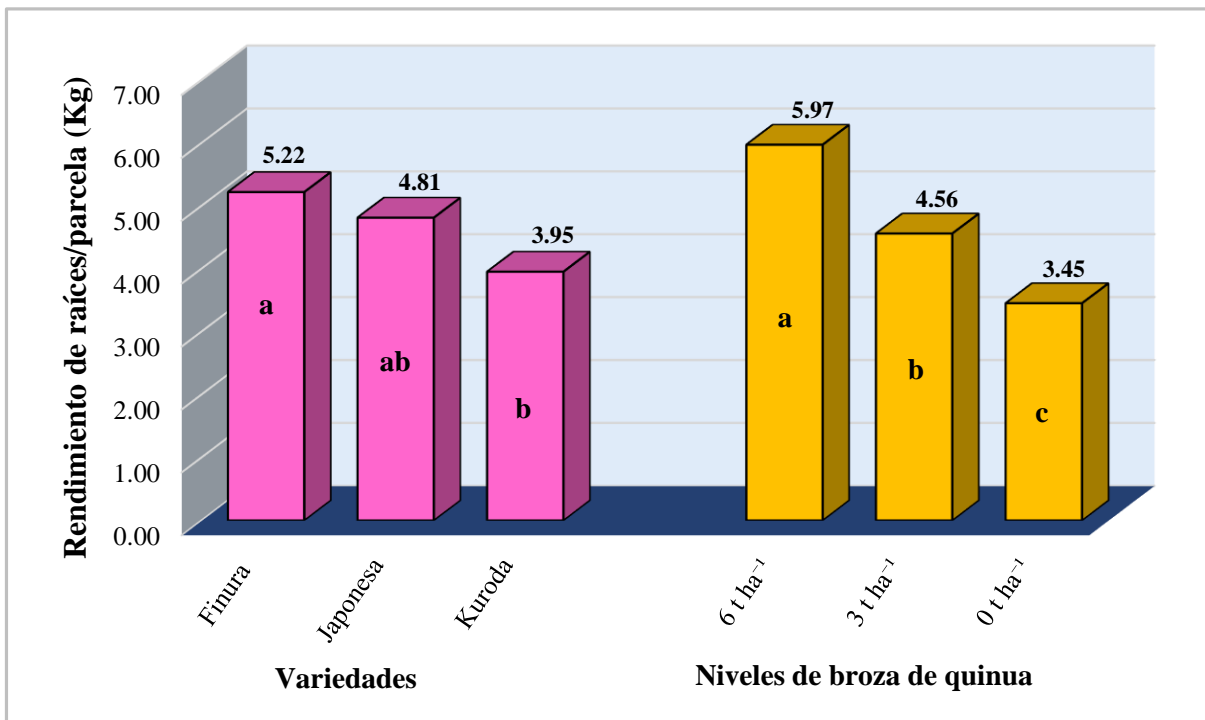
| F.V. | GL | SC | CM | Fc | p-valor |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Bloque | 2 | 0.63 | 0.32 | 0.62 | 0.5469 ns |
| Variedad (V) | 2 | 7.52 | 3.76 | 7.45 | 0.0052 ** |
| Broza de quinua (B) | 2 | 28.74 | 14.37 | 28.46 | <0.0001 ** |
| Interacción (V*B) | 4 | 1.02 | 0.26 | 0.50 | 0.7331 ns |
| Error | 16 | 8.08 | 0.51 | | |
| Total | 26 | 46.00 | | | |

C.V (%) = 15.25

La tabla 3.6, del análisis de varianza del rendimiento de raíces por parcela, muestra que los efectos principales correspondientes a variedad (V) y niveles de broza de quinua (B) resultaron con alta significación estadística, excepto la interacción de estos dos factores (V x B); esto indica que los factores estudiados tuvieron un efecto significativo de manera independiente sobre la variable respuesta (rendimiento de raíces por parcela). Por otro lado, no se presentó significancia en los bloques, lo que evidencia que no existe variabilidad marcada entre las repeticiones, esto refleja homogeneidad experimental. El coeficiente de variación (15.25 %) se encuentra dentro de un rango aceptable para experimentos de campo, lo que refleja una precisión experimental adecuada y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Figura 3.6

Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales en el rendimiento de raíces por parcela del cultivo de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho



De acuerdo con la comparación de medias del rendimiento de raíces por parcela (Figura 3.6), considerando el efecto de las variedades, la Finura y Japonesa obtuvieron mayores valores, con 5.22 kg y 4.81 kg respectivamente, sin presentar diferencia estadística entre sí. En cuanto al efecto de niveles de broza de quinua, con 6 t ha⁻¹ se alcanzó el mayor rendimiento promedio de raíces, con 5.97 kg, presentando diferencia estadística frente a los demás niveles; con la aplicación de 3 t ha⁻¹ se obtuvo 4.56 kg y, con 0 t ha⁻¹ (ausencia de broza), el valor fue de 3.45 kg.

3.2.3. Rendimiento de raíces por hectárea

Tabla 3.7

Análisis de varianza del rendimiento de raíces por hectárea en variedades de zanahoria (Daucus carota L.), bajo efecto de niveles de broza de quinua. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho

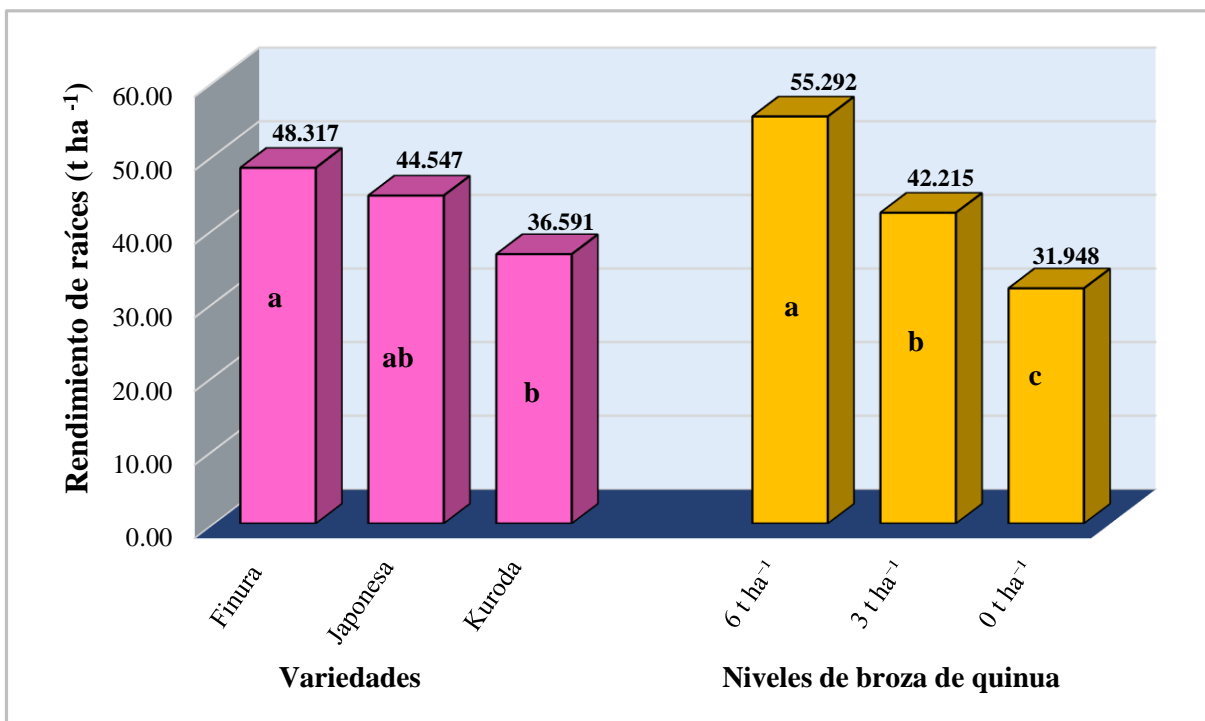
| F.V. | GL | SC | CM | Fc | p-valor |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Bloque | 2 | 54.27 | 27.14 | 0.63 | 0.5469 ns |
| Variedad (V) | 2 | 645.08 | 322.54 | 7.45 | 0.0052** |
| Broza de quinua (B) | 2 | 2464.15 | 1232.08 | 28.46 | <0.0001** |
| Interacción (V*B) | 4 | 87.35 | 21.84 | 0.50 | 0.7331ns |
| Variedad Finura | | | | | |
| R. Lineal | 1 | 1172.08 | 1172.08 | 27.07 | 0.0001 ** |
| R. Cuadrática | 1 | 18.77 | 18.77 | 0.43 | 0.5196 ns |
| Variedad Japonesa | | | | | |
| R. Lineal | 1 | 876.48 | 876.48 | 20.25 | 0.0004 ** |
| R. Cuadrática | 1 | 3.16 | 3.16 | 0.007 | 0.7906 ns |
| Variedad Kuroda | | | | | |
| R. Lineal | 1 | 480.99 | 480.99 | 11.11 | 0.0042 ** |
| R. Cuadrática | 1 | 0.02 | 0.02 | 5.1 E-04 | 0.9822 ns |
| Error | 16 | 692.66 | 43.29 | | |
| Total | 26 | 3943.51 | | | |

C.V (%) = 15.25

El análisis de varianza del rendimiento de raíces por hectárea (Tabla 3.7) evidencia diferencias altamente significativas en los efectos principales correspondientes a variedad y niveles de broza de quinua. En contraste, la interacción de estos no mostró diferencia significativa, lo que indica que los factores evaluados generaron un efecto positivo más marcado de forma independiente. El coeficiente de variación fue 15.25 %, valor que refleja la precisión y confiabilidad del experimento. Por otro lado, el análisis de regresión indicó respuesta lineal con alta significancia en las tres variedades evaluadas: Finura, Japonesa y Kuroda.

Figura 3.7

Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales en el rendimiento de raíces por hectárea del cultivo de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho



En la figura 3.7 se muestra la comparación de medias de los efectos principales, donde la variedad Finura resultó con mayor rendimiento promedio de raíces (48.317 t ha⁻¹), pero sin diferencia estadística respecto a la variedad Japonesa (44.547 t ha⁻¹). En el caso de los niveles de broza, la aplicación de 6 t ha⁻¹ permitió obtener el máximo rendimiento promedio de raíces (55.292 t ha⁻¹), diferenciándose estadísticamente de los demás niveles.

Los resultados obtenidos por Gualancañay (2017) muestran que la variedad Finura alcanzó un rendimiento promedio de 42.17 t ha⁻¹, mientras que la variedad Japonesa registró 29.05 t ha⁻¹.

Valerio y Medina (2024), con la aplicación de extracto de algas marinas a una dosis de 1 L/cil, reportaron un rendimiento de 45.35 t ha⁻¹ en la variedad Finura. Asimismo, Vilchez (2018) informó un rendimiento de 41.44 t ha⁻¹ en la variedad japonesa, resultados que se asemejan con lo registrado en este trabajo de investigación.

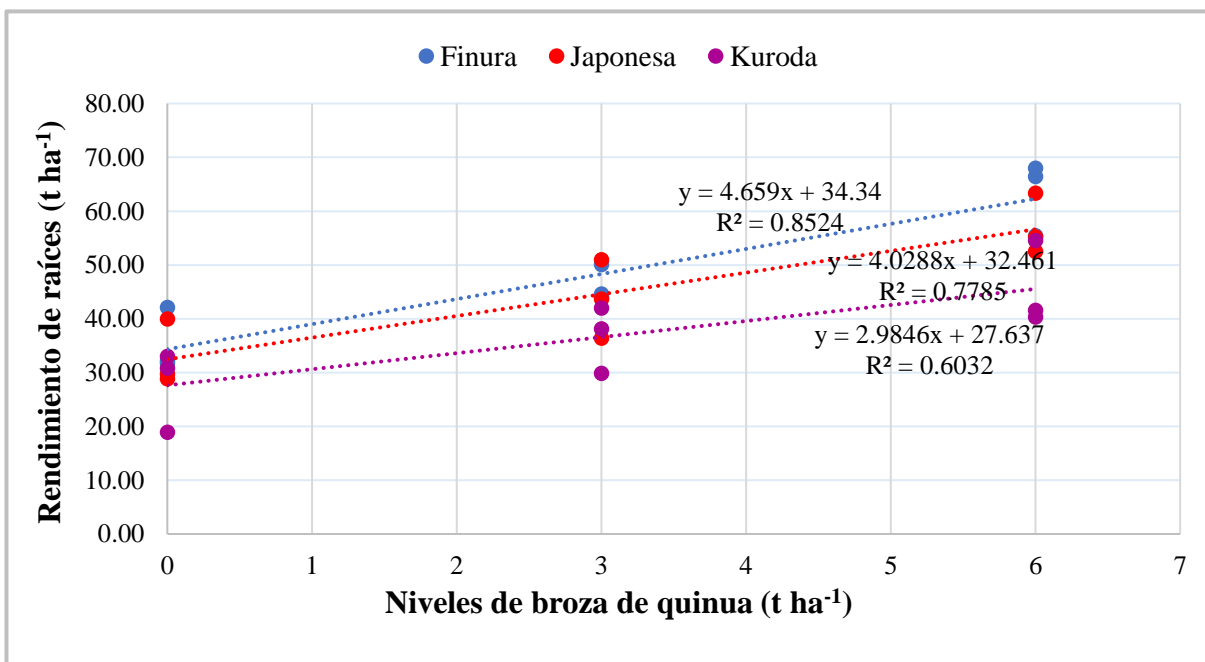
En estudios con otras variedades de zanahoria, Valverde (2016) reportó un rendimiento de raíz de 34.56 t ha⁻¹ en la variedad Royal Chantenay, mediante la aplicación de biol a una dosis de 3 m³ ha⁻¹. Asimismo, Leandro (2018), en su investigación sobre la adaptación y rendimiento de variedad Córdova, registró un valor de 73.95 t ha⁻¹. Estos resultados permiten observar cómo el rendimiento de raíces puede variar significativamente según la variedad, el tipo de fertilización y las condiciones de manejo agronómico.

El modelo de regresión del efecto de los niveles crecientes de broza de quinua sobre el rendimiento de raíces (Figura 3.8) se ajustó a un modelo lineal, con las siguientes ecuaciones: Finura, $Y = 4.659x + 34.34$; Japonesa, $Y = 4.0288x + 32.461$; y Kuroda, $Y = 2.9846x + 27.637$. Esto indica que, por cada tonelada por hectárea de esta materia orgánica incorporada, el rendimiento de raíces se incrementa en 4.659, 4.0288 y 2.9846 t ha⁻¹, respectivamente. Es decir, conforme se incrementa la dosis aplicada, el rendimiento también aumenta.

No obstante, al tratarse de un modelo lineal basado en los niveles evaluados (0, 3 y 6 t ha⁻¹), el modelo no permite identificar un punto de inflexión. Por ello, el rendimiento de raíces en las tres variedades mostró un aumento progresivo hasta el nivel más alto de broza evaluado.

Figura 3.8

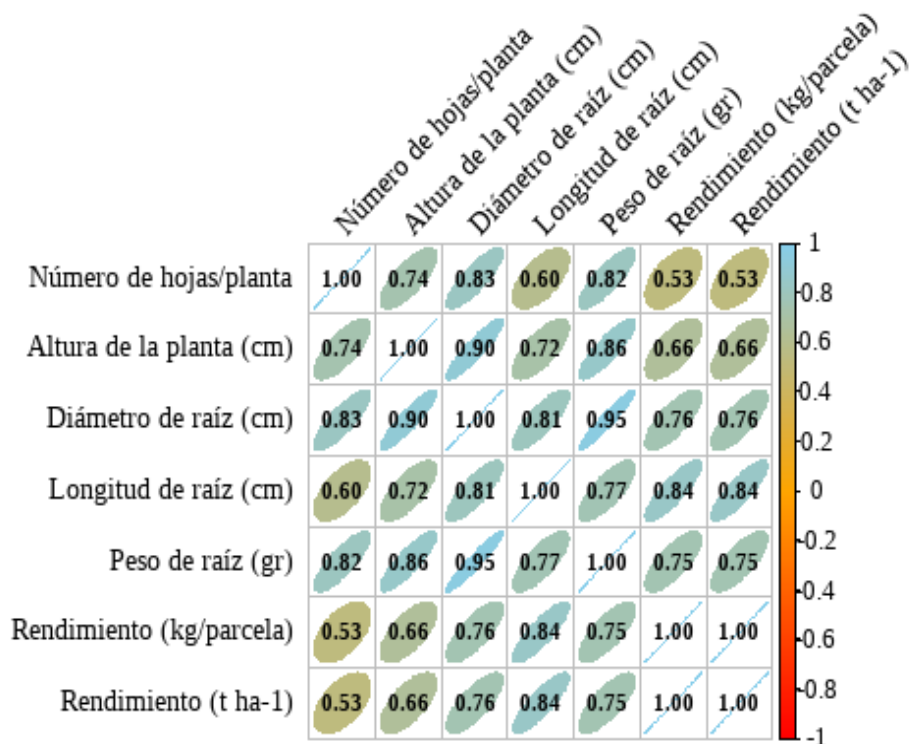
Modelo de regresión del efecto de los niveles de broza de quinua en el rendimiento de raíces de tres variedades de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho



3.3. Correlación estadística de las variables evaluadas

Figura 3.9

Matriz de correlación entre las variables evaluadas en tres variedades de zanahoria bajo el efecto de broza de quinua. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho



La matriz de correlación (Figura 3.9) muestra la relación entre las variables evaluadas en tres variedades de zanahoria bajo efecto de broza de quinua. Se observa que el rendimiento de raíces (kg/parcela y t ha⁻¹) presenta una correlación positiva con la longitud ($r = 0.84$), el diámetro ($r = 0.76$) y el peso de la raíz ($r = 0.75$), lo cual indica que estas características son los principales determinantes en el rendimiento del cultivo. Asimismo, el diámetro mostró una correlación positiva fuerte con el peso de raíz ($r = 0.95$).

3.4. Análisis de la relación Beneficio/Costo (B/C)

Tabla 3.8

Relación B/C para cada uno de los tratamientos en el cultivo de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho

| Trat. | Rdto (t ha ⁻¹) | Ingreso bruto (S/. ha) | Costo directo (S/. ha) | Costo indirecto (S/. ha) | Costo total (S/. ha) | Ingreso neto /Beneficio (S/. ha) | (B/C) |
|-------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------|--|-------|
| T1 | 35.361 | 34,830.69 | 12,219.16 | 925.34 | 13,144.50 | 21,686.19 | 1.65 |
| T2 | 46.275 | 46,274.69 | 14,096.58 | 1,206.76 | 15,303.34 | 30,971.35 | 2.02 |
| T3 | 63.315 | 64,897.69 | 16,107.78 | 1,347.54 | 17,455.33 | 47,442.36 | 2.72 |
| T4 | 32.880 | 31,235.65 | 12,184.73 | 922.93 | 13,107.66 | 18,127.98 | 1.38 |
| T5 | 43.710 | 42,617.13 | 14,109.63 | 1,207.67 | 15,317.31 | 27,299.82 | 1.78 |
| T6 | 57.052 | 58,478.78 | 15,859.89 | 1,330.19 | 17,190.09 | 41,288.69 | 2.40 |
| T7 | 27.602 | 23,075.15 | 9,165.06 | 711.55 | 9,876.61 | 13,198.53 | 1.34 |
| T8 | 36.660 | 30,941.46 | 10,986.80 | 989.08 | 11,975.88 | 18,965.58 | 1.58 |
| T9 | 45.509 | 39,046.94 | 12,452.27 | 1,091.66 | 13,543.93 | 25,503.02 | 1.88 |

Nota 1. Ver más detalles del ingreso bruto (precios y % de categorías) en el Anexo 3.

Nota 2. Si **B/C > 1**, es de condición positivo, lo que significa que es rentable, **se acepta**. Si **B/C = 1**, es de condición nulo, es decir, es indiferente, **se posterga**. Si **B/C < 1**, es de condición negativo, es decir, es no rentable, **se rechaza**.

La relación beneficio/costo (B/C) presentada en la Tabla 3.8 indica que todos los tratamientos evaluados resultaron económicamente rentables. El valor más alto de B/C se obtuvo en el tratamiento T3 (Variedad Finura con 6 t ha⁻¹ de broza de quinua), alcanzando 2.72, con un ingreso neto de S/. 47,442.36, lo que evidencia que este tratamiento generó el mayor retorno económico respecto a la inversión realizada. Le siguió el T6 (Variedad Japonesa con 6 t ha⁻¹ de broza de quinua), con una relación B/C de 2.40 y un ingreso neto de S/. 41,288.69. En ambos casos, la rentabilidad fue positiva, ya que por cada sol invertido se recupera S/. 2.72 en el T3 y S/. 2.40 en el T6, lo que representa un superávit de S/. 1.72 y S/. 1.40, respectivamente.

Estos resultados demuestran que la aplicación de 6 t ha⁻¹ de broza de quinua en las variedades Finura y Japonesa permite optimizar tanto el rendimiento como la rentabilidad del cultivo de zanahoria, bajo las condiciones de Huatatas.

CONCLUSIONES

1. Con la aplicación de broza de quinua se obtuvo una respuesta positiva en el rendimiento del cultivo de zanahoria, alcanzándose el mayor valor con la dosis de 6 t ha⁻¹, con 55.29 t ha⁻¹, seguido de 3 t ha⁻¹ con 42.22 t ha⁻¹.
2. Entre las variedades, Finura destacó por alcanzar los valores más altos en la mayoría de las variables evaluadas: 12.58 hojas/planta, 59.67 cm de longitud de hojas, 191.86 de peso de raíz por planta, 5.22 kg de rendimiento por parcela (1.08 m²) y 48.32 t ha⁻¹ de rendimiento por hectárea. Además, la interacción Finura x 6 t ha⁻¹ de broza de quinua registró el mayor diámetro de raíz con 4.90 cm, mientras que la variedad Japonesa sobresalió por su mayor longitud de raíz con 15.51 cm.
3. La relación Beneficio/Costo evidenció que todos los tratamientos resultaron rentables, donde destacaron T3 (Variedad Finura x 6 t ha⁻¹ de broza de quinua) y T6 (Variedad Japonesa x 6 t ha⁻¹ de broza de quinua), con 2.72 y 2.40 soles, respectivamente.

RECOMENDACIONES

1. Promover la incorporación de broza de quinua como fuente de materia orgánica en el cultivo de zanahoria, debido a sus efectos positivos sobre el rendimiento.
2. Promover la siembra de la variedad Finura, por su superior rendimiento frente a las variedades Japonesa y Kuroda.
3. Recomendar la variedad Finura con la aplicación de 6 t ha^{-1} de broza de quinua, por ser la alternativa económicamente más rentable y productiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AgroBesser. (s.f.). *Zanahoria: Japonesa*. <https://www.agrobesser.com/semillas/zanahoria-japonesa-300gr-semillas-de-zanahoria-hibrido-f1-takii-4912.html>
- AGROGLOBAL. (2025). *Ficha técnica zanahoria Finura*. <https://agroglobal.com.co/producto/finura-f1-copia/>
- Ahmad, T., Cawood, M., Iqbal, Q., Ariño, A., Batool, A., Sabir Tariq, R. M., Azam, M., & Akhtar, S. (2019). *Fitoquímicos en Daucus carota y sus beneficios para la salud*. 8. <https://doi.org/10.3390/FOODS8090424>
- Argamonte, G. (2013). *Niveles de guano de isla incubado en solución de microorganismos efectivos en el cultivo de zanahoria (Daucus carota L.) Pampa del Arco 2760 msnm. - Ayacucho* [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2009>
- Ávila, E. (2015). *Manual zanahoria*. Cámara de Comercio de Bogotá. <http://hdl.handle.net/11520/14309>
- Barrientos, E. (2014). *Utilización de diferentes dosis de biol en la producción de zanahoria (Daucus carota L.) en el distrito de Pisac - Cusco* [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/981>
- Bustillo, A. (1977). *Curso sobre hortalizas*. Instituto Colombiano Agropecuario. <https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/34983/50917.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Casseres, E. (1980). *Producción de hortalizas* (Editorial IICA). <https://hdl.handle.net/11324/6792>
- Chillo, C. (2024). *Evaluación del comportamiento productivo de dos variedades de zanahoria (Daucus carota L.) con diferentes niveles de abono orgánico en el centro experimental de Cota Cota* [Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/35777>
- Cronquist, A. (1981). *Un sistema integrado de clasificación de plantas con flores* (Nueva York: Columbia University Press, Ed.).
- Cruz-Tobar, E., Vega-Chariguamán, J., Gutiérrez-Albán, A., González-Rivera, M., Saltos-Espín, R., & González-Rivera, V. (2018). Aplicación de abonos orgánicos en la

- producción de zanahoria (*Daucus carota* L.). *Revista de Investigación Talentos* V(1) 26,35, 2. <https://doi.org/10.33789/talentos.5.81>
- Del Toro, M., & Martinotti, M. (2012). Nemátodos fitoparásitos en cultivos de zanahoria. In *Manual de producción de zanahoria*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). <https://idoc.pub/documents/inta-cap-6-plagas-de-la-zanahoria-y-su-manejo-1-jlk9zx6gw745>
- Díaz, C. A. (2021). *Manejo del cultivo de zanahoria (Daucus carota) cv. Japonesa en el Valle de Cañete* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5062>
- Dughetti, A., & Lanati, S. (2012). Plagas de la zanahoria y su manejo. In *Manual de producción de zanahoria*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). <https://idoc.pub/documents/inta-cap-6-plagas-de-la-zanahoria-y-su-manejo-1-jlk9zx6gw745>
- Galindo, J. R., & Saboyá, J. F. (2024). *Zanahoria (Daucus carota): Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundimarca* (DGP S.A.S, Ed.). Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/87660>
- Gaviola, J. C. (2020). *Producción de semillas hortícolas* (INTA, Ed.). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). <https://www.uv.mx/hab/files/2021/12/produccion-de-semillas-hortícolas.pdf>
- Giaconi, V., & Escaff, M. (2001). *Cultivo de hortalizas* (Editorial Universitaria, Ed.).
- González, G. H., Galvis, J. A., & Florez, A. (2010). *Manual de zanahoria mínimamente procesada variedades Chantenay y Baby*. Fundación Universitaria Agraria de Colombia (Uniagraria). <https://www.uniagraria.edu.co/wp-content/uploads/2018/09/manual-de-zanahoria-minimamente-procesada.pdf>
- Gualancañay, C. (2017). *Aclimatación de 10 variedades de zanahoria (Daucus carota L.), en la comunidad de Palacio Real, Parroquia Calpi, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8179>

- Haq, R., & Prasad, K. (2020). *Aspectos nutricionales y de procesamiento de la zanahoria (Daucus carota)*. <https://doi.org/10.46370/sajfte.2015.v01i01.01>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2021). *Perú: Consumo per cápita de los principales alimentos*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1028/cap01.pdf
- Lardizábal, R. (2013). *Manual de producción de zanahoria*. <https://dicta.gob.hn/files/2013,-Produccion-de-zanahoria,-G.pdf>
- Leandro, F. (2018). *Adaptación y rendimiento de cinco variedades de zanahoria (Daucus carota L.) en condiciones de Yanahuanca - Pasco* [Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/609>
- Maroto, J. V. (2002). *Horticultura Herbácea Especial* (Ed. Mundi-prensa).
- MIDAGRI. (2021). *Zanahoria: Semana nacional de frutas y verduras*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1828919/Dossier%20Zanahoria.pdf>
- MIDAGRI. (2024). *Perfil productivo y competitivo de los principales cultivos del sector*. https://siea.midagri.gob.pe/siea_bi/
- MILPA. (s.f.). *Semillas de zanahoria Kuroda*. <https://milpa.cl/producto/zanahoria/>
- Ministerio de Economía Familiar Comunitaria Cooperativa y Asociativa (MEFCCA). (2013). *Cultivo de zanahoria*. <https://www.economiafamiliar.gob.ni/backend/vistas/doc/cartilla/documento6502645.pdf>
- Mollisaca, P., & Bonifacio, A. (2021). Rendimiento y análisis bromatológico de subproductos de trilla de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Kiphakiphani, La Paz - Bolivia. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 8(3), 59–65. <https://doi.org/10.53287/VJFZ8823IN19B>
- Moncayo, C. Á., & Ibarra, A. (2011). *Manejo post-cosecha y comercialización de la zanahoria (Daucus carota)*. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13116>
- Moreiras, O., Carbajal, Á., Cabrera, L., & Cuadrado, C. (s.f.). *Tablas de composición de alimentos*. https://catedraalimentacioninstitucional.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/09/3-1-tablas_de_composicion_de_alimentos.pdf

- Pardo, A. (2025). *Biol en la producción de zanahoria (Daucus carota) cv. Japonesa en condiciones de Lurín* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/6908>
- Quezada, C., Fischer, S., Campos, J., & Ardiles, D. (2011). *Requerimientos de agua y eficiencia en el uso del agua de la zanahoria bajo riego por goteo en un suelo haploxerand. Revista de Ciencias Del Suelo y Nutrición Vegetal, 1, 16–28.* <https://doi.org/10.4067/S0718-95162011000100002>
- Romero, W. (2019). *Comportamiento de cultivares y abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de zanahoria (Daucus carota L.) en Muycan - Santiago de Chuco - La Libertad* [Universidad José Carlos Mariátegui]. <https://hdl.handle.net/20.500.12819/732>
- Rubatzky, V. E., Quiros, C., & Simon, P. (1999). *Zanahorias y umbelíferas vegetales relacionadas.* New York: CABI. <https://www.cabidigitallibrary.org/action/doSearch?do=Carrots%20and%20related%20vegetable%20Umbelliferae>.
- Saavedra Del Real, G., & Kehr, E. (2019). *Zanahoria (Daucus carota L., var. sativus Hoffm.).* Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA / MINISTERIO DE AGRICULTURA. <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/423f6293-6b1d-46a4-824d-99f6257ca741/content>
- Saenz, N. (2023). *Rendimiento de la zanahoria (Daucus carota L.) variedad Royal Chantenay con fertilización basado en fuentes inorgánicas y orgánicas en condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco* [Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/9704>
- SENASA. (2020). *Guía para la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA) para el cultivo de zanahoria.* In *Ministerio de Agricultura y Riego.* <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2020/07/Guia-BPA-ZANAHORIA.pdf>
- Soto, W. N. (2024). *Producción de zanahoria (Daucus carota) en el Valle del Mantaro empleando cultivares híbridos* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/6692>
- Stolarczyk, J., & Janick, J. (2011). *Zanahoria: Historia e iconografía. Chronica Horticulturae.* <https://www.researchgate.net/publication/304622888>

- Suasnabar, C., & Torres, G. (2022). *Fitosanidad del cultivo de zanahoria*. Universidad Nacional del Centro del Perú. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/8083/03-Machote%20Fitosanidad%20del%20cultivo%20de%20zanahoria.pdf>
- Surbhi, S., Verma, R., Deepak, R., Jain, H., & Yadav, K. (2018). *Revisión: Alimentos, composición química y utilización de pulpa de zanahoria (Daucus carota L.)*. 3(2921–2926). <https://www.chemijournal.com/archives/2018/vol6issue3/PartAQ/6-3-251-322.pdf>
- Troiani, H. O., Prina, A. O., Muiño, W. A., Tamame, M. A., & Beinticinco, L. (2017). *Botánica, morfología, taxonomía y fitogeografía*. Universidad Nacional de La Pampa. https://bibliotecadelbotanico.org/files/productos/1687552327_P_botanica.pdf
- Valerio, E., & Medina, S. (2024). *Efecto de dos bioestimulantes líquidos a base de residuos de pescado y algas marinas en rendimiento de zanahoria (Daucus carota)*, Santa [Universidad Nacional del Santa]. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4665>
- Valverde, R. (2016). *Efecto de la fertilización química y biofertilización biol en la producción del cultivo de zanahoria (Daucus carota L.) Var. Royal Chantenay* [Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/2842>
- Vilchez, J. (2018). *Introducción de cinco híbridos de zanahoria (Daucus carota L.) en condiciones de Huayao - Chupaca* [Universidad Nacional del Centro del Perú]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5128>
- Yacolca, Z. A. (2024). *Producción de zanahoria (Daucus carota L.) en el Valle del Mantaro - Junín* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/1e9f1feb-7517-4cfa-8c2d-ca6e086da827>
- Yugsi, L. (2011). *Producción limpia de hortalizas. Módulos de capacitación para capacitadores*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2721/1/iniapscpm186.pdf>
- Zebillano, M. (2017). *Los abonos orgánicos y el rendimiento de zanahoria (Daucus carota L.) en condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco* [Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco]. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/4382>

ANEXOS

Anexo 1. Datos ordenados (tomados del campo) de las variables evaluadas en el cultivo hortícola (*Daucus carota* L.), Huatatas, 2690 msnm, Ayacucho 2024

| Tratamiento | Bloque | Variiedad | Broza de quinua (t ha ⁻¹) | Número de hojas/planta | Longitud de hojas (cm) | Diámetro de raíz (cm) | Longitud de raíz (cm) | Peso de raíz (gr) | Rendimiento (kg/parcela) | Rendimiento (t ha ⁻¹) |
|-------------|--------|-----------|--|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| T1 | I | Finura | 0 | 12.60 | 57.67 | 4.26 | 12.75 | 175.59 | 3.48 | 32.18 |
| T2 | I | Finura | 3 | 12.70 | 61.53 | 4.71 | 13.39 | 203.72 | 4.76 | 44.07 |
| T3 | I | Finura | 6 | 13.00 | 62.50 | 4.94 | 17.36 | 200.30 | 7.18 | 66.48 |
| T4 | I | Japonesa | 0 | 12.20 | 53.40 | 4.13 | 13.17 | 172.52 | 3.12 | 28.89 |
| T5 | I | Japonesa | 3 | 12.50 | 55.64 | 4.40 | 14.08 | 195.21 | 4.72 | 43.70 |
| T6 | I | Japonesa | 6 | 12.00 | 61.53 | 4.75 | 18.31 | 201.31 | 6.85 | 63.38 |
| T7 | I | Kuroda | 0 | 10.85 | 49.40 | 3.48 | 11.46 | 121.30 | 2.05 | 18.94 |
| T8 | I | Kuroda | 3 | 10.90 | 50.60 | 3.74 | 12.45 | 160.70 | 4.12 | 38.14 |
| T9 | I | Kuroda | 6 | 11.35 | 55.83 | 4.32 | 15.83 | 160.70 | 4.36 | 40.33 |
| T1 | II | Finura | 0 | 12.00 | 58.52 | 4.31 | 11.75 | 172.23 | 3.44 | 31.81 |
| T2 | II | Finura | 3 | 13.00 | 56.42 | 4.57 | 14.75 | 190.30 | 5.41 | 50.12 |
| T3 | II | Finura | 6 | 12.50 | 61.76 | 4.89 | 16.83 | 207.10 | 5.99 | 55.46 |
| T4 | II | Japonesa | 0 | 12.40 | 59.83 | 4.33 | 13.14 | 174.73 | 4.32 | 40.00 |
| T5 | II | Japonesa | 3 | 13.30 | 59.53 | 4.60 | 16.26 | 189.63 | 3.93 | 36.43 |
| T6 | II | Japonesa | 6 | 13.00 | 59.83 | 4.77 | 18.18 | 203.74 | 5.68 | 52.55 |
| T7 | II | Kuroda | 0 | 11.40 | 48.40 | 3.55 | 11.54 | 124.30 | 3.57 | 33.06 |
| T8 | II | Kuroda | 3 | 11.50 | 52.70 | 3.70 | 13.02 | 152.00 | 4.54 | 41.99 |
| T9 | II | Kuroda | 6 | 11.30 | 56.35 | 4.34 | 15.25 | 167.42 | 4.49 | 41.61 |
| T1 | III | Finura | 0 | 12.10 | 58.98 | 4.29 | 14.41 | 172.43 | 4.55 | 42.10 |
| T2 | III | Finura | 3 | 12.30 | 59.34 | 4.64 | 16.96 | 201.64 | 4.82 | 44.63 |
| T3 | III | Finura | 6 | 13.00 | 60.34 | 4.88 | 18.93 | 203.40 | 7.34 | 68.00 |
| T4 | III | Japonesa | 0 | 12.20 | 56.42 | 4.34 | 12.49 | 169.73 | 3.21 | 29.75 |
| T5 | III | Japonesa | 3 | 12.10 | 60.78 | 4.58 | 15.45 | 196.23 | 5.51 | 51.00 |
| T6 | III | Japonesa | 6 | 13.20 | 62.31 | 4.73 | 18.51 | 200.12 | 5.97 | 55.23 |
| T7 | III | Kuroda | 0 | 10.40 | 52.74 | 3.35 | 11.79 | 127.70 | 3.33 | 30.81 |
| T8 | III | Kuroda | 3 | 11.75 | 54.20 | 3.83 | 13.24 | 157.00 | 3.22 | 29.85 |
| T9 | III | Kuroda | 6 | 11.90 | 53.74 | 4.30 | 14.75 | 183.43 | 5.90 | 54.58 |

Anexo 2. Costos de producción del cultivo de zanahoria empleando costos directos e indirectos

| Cultivo: zanahoria var. Finura | | | | | | |
|---|--------------|--------------|---|-----------------------|-------------------|------------------|
| Superficie: 1 ha | | | Tratamiento: T1 | | | |
| Rendimiento: 35361 kg ha ⁻¹ (35.361 t ha ⁻¹) | | | Broza de quinua: 0.0 t ha ⁻¹ | | | |
| Rubros | Unid. | Cant. | Precio Unit (S/) | Sub total (S/) | Total (S/) | |
| 1.0 COSTOS DIRECTOS | | | | | | 12,219.16 |
| 1.1 Preparación de terreno | | | | | | 1,460.00 |
| Limpieza de terreno | Jornal | 2 | 50.00 | 100.00 | | |
| Aradura | H.M. | 4 | 60.00 | 240.00 | | |
| Mullido | H.M. | 2 | 60.00 | 120.00 | | |
| Surcado | Jornal | 20 | 50.00 | 1,000.00 | | |
| 1.2 Siembra | | | | | | 900.00 |
| Incorporación de broza | Jornal | 0 | 50.00 | 0.00 | | |
| Distribución de semilla | Jornal | 10 | 50.00 | 500.00 | | |
| Tapado de semilla | Jornal | 8 | 50.00 | 400.00 | | |
| 1.3 Labores culturales | | | | | | 2,850.00 |
| Primer control de malezas | Jornal | 15 | 50.00 | 750.00 | | |
| Raleo | Jornal | 10 | 50.00 | 500.00 | | |
| Segundo control de malezas (escarda) | Jornal | 12 | 50.00 | 600.00 | | |
| Riego | Glb. | 1 | 1,000.00 | 1,000.00 | | |
| 1.4 Cosecha | | | | | | 2,260.83 |
| Recolección | Jornal | 12 | 50.00 | 600.00 | | |
| Corte de follaje y lavado | Jornal | 7 | 50.00 | 350.00 | | |
| Selección y ensacado | Jornal | 5 | 50.00 | 250.00 | | |
| Flete - transporte de raíces | kg | 35361 | 0.03 | 1,060.83 | | |
| 1.5 Insumos | | | | | | 3,733.33 |
| Semilla Var. Finura | kg | 3.5 | 1,066.67 | 3,733.33 | | |
| Broza de quinua | kg | 0 | 0.30 | 0.00 | | |
| 1.6 Materiales y otros | | | | | | 1,015.00 |
| Costales, mantas, rafias, etc. | Glb. | 1 | 140.00 | 140.00 | | |
| Machete | Unid. | 2 | 15.00 | 30.00 | | |
| Azadón | Unid. | 20 | 40.00 | 800.00 | | |
| Rastrillo | Unid. | 3 | 15.00 | 45.00 | | |
| 2.0 COSTOS INDIRECTOS | | | | | | 925.34 |
| 2.1 Análisis de suelo | Unid. | 1 | 70.00 | 70.00 | | |
| 2.2 Gastos administrativos (5% CD) | | | | | 610.96 | |
| 2.3 Imprevistos (2% CD) | | | | | 244.38 | |
| 3.0 COSTO TOTAL | | | | | | 13,144.50 |

| Cultivo: zanahoria var. Finura | | | | | |
|---|--------|---|------------------|----------------|------------------|
| Superficie: 1 ha | | Tratamiento: T2 | | | |
| Rendimiento: 46275 kg ha ⁻¹ (46.275 t ha ⁻¹) | | Broza de quinua: 3.0 t ha ⁻¹ | | | |
| Descripción | Unid. | Cant. | Precio Unit (S/) | Sub total (S/) | Total (S/) |
| 1.0 COSTOS DIRECTOS | | | | | 14,096.58 |
| 1.1 Preparación de terreno | | | | | 1,460.00 |
| Limpieza de terreno | Jornal | 2 | 50.00 | 100.00 | |
| Aradura | H.M. | 4 | 60.00 | 240.00 | |
| Mullido | H.M. | 2 | 60.00 | 120.00 | |
| Surcado | Jornal | 20 | 50.00 | 1,000.00 | |
| 1.2 Siembra | | | | | 1,250.00 |
| Incorporación de broza | Jornal | 7 | 50.00 | 350.00 | |
| Distribución de semilla | Jornal | 10 | 50.00 | 500.00 | |
| Tapado de semilla | Jornal | 8 | 50.00 | 400.00 | |
| 1.3 Labores culturales | | | | | 2,850.00 |
| Primer control de malezas | Jornal | 15 | 50.00 | 750.00 | |
| Raleo | Jornal | 10 | 50.00 | 500.00 | |
| Segundo control de malezas (escarda) | Jornal | 12 | 50.00 | 600.00 | |
| Riego | Glb. | 1 | 1,000.00 | 1,000.00 | |
| 1.4 Cosecha | | | | | 2,888.25 |
| Recolección | Jornal | 14 | 50.00 | 700.00 | |
| Corte de follaje y lavado | Jornal | 9 | 50.00 | 450.00 | |
| Selección y ensacado | Jornal | 7 | 50.00 | 350.00 | |
| Flete - transporte de raíces | kg | 46275 | 0.03 | 1,388.25 | |
| 1.5 Insumos | | | | | 4,633.33 |
| Semilla Var. Finura | kg | 3.5 | 1,066.67 | 3,733.33 | |
| Broza de quinua | kg | 3000 | 0.30 | 900.00 | |
| 1.6 Materiales y otros | | | | | 1,015.00 |
| Costales, mantas, rafias, etc. | Glb. | 1 | 140.00 | 140.00 | |
| Machete | Unid. | 2 | 15.00 | 30.00 | |
| Azadón | Unid. | 20 | 40.00 | 800.00 | |
| Rastrillo | Unid. | 3 | 15.00 | 45.00 | |
| 2.0 COSTOS INDIRECTOS | | | | | 1,206.76 |
| 2.1 Análisis de suelo | Unid. | 1 | 70.00 | 70.00 | |
| 2.2 Análisis de broza de quinua | Unid. | 1 | 150.00 | 150.00 | |
| 2.3 Gastos administrativos (5% CD) | | | | 704.83 | |
| 2.4 Imprevistos (2% CD) | | | | 281.93 | |
| 3.0 COSTO TOTAL | | | | | 15,303.34 |

Cultivo: zanahoria var. Finura

Superficie: 1 ha

Tratamiento: T3

Rendimiento: 63315 kg ha⁻¹ (63.315 t ha⁻¹)Broza de quinua: 6.0 t ha⁻¹

| Descripción | Unid. | Cant. | Precio Unit (S/) | Sub total (S/) | Total (S/) |
|--|--------------|--------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------|
| 1.0 COSTOS DIRECTOS | | | | | 16,107.78 |
| 1.1 Preparación de terreno | | | | | 1,460.00 |
| Limpieza de terreno | Jornal | 2 | 50 | 100.00 | |
| Aradura | H.M. | 4 | 60 | 240.00 | |
| Mullido | H.M. | 2 | 60 | 120.00 | |
| Surcado | Jornal | 20 | 50 | 1,000.00 | |
| 1.2 Siembra | | | | | 1,250.00 |
| Incorporación de broza | Jornal | 7 | 50 | 350.00 | |
| Distribución de semilla | Jornal | 10 | 50 | 500.00 | |
| Tapado de semilla | Jornal | 8 | 50 | 400.00 | |
| 1.3 Labores culturales | | | | | 2,850.00 |
| Primer control de malezas | Jornal | 15 | 50 | 750.00 | |
| Raleo | Jornal | 10 | 50 | 500.00 | |
| Segundo control de malezas (escarda) | Jornal | 12 | 50 | 600.00 | |
| Riego | Glb. | 1 | 1,000 | 1,000.00 | |
| 1.4 Cosecha | | | | | 3,999.45 |
| Recolección | Jornal | 20 | 50 | 1,000.00 | |
| Corte de follaje y lavado | Jornal | 12 | 50 | 600.00 | |
| Selección y ensacado | Jornal | 10 | 50 | 500.00 | |
| Flete - transporte de raíces | kg | 63315 | 0.03 | 1,899.45 | |
| 1.5 Insumos | | | | | 5,533.33 |
| Semilla Var. Finura | kg | 3.5 | 1,066.67 | 3,733.33 | |
| Broza de quinua | kg | 6000 | 0.3 | 1,800.00 | |
| 1.6 Materiales y otros | | | | | 1,015.00 |
| Costales, mantas, rafias, etc. | Glb. | 1 | 140 | 140.00 | |
| Machete | Unid. | 2 | 15 | 30.00 | |
| Azadón | Unid. | 20 | 40 | 800.00 | |
| Rastrillo | Unid. | 3 | 15 | 45.00 | |
| 2.0 COSTOS INDIRECTOS | | | | | 1,347.54 |
| 2.1 Análisis de suelo | Unid. | 1 | 70 | 70.00 | |
| 2.2 Análisis de broza de quinua | Unid. | 1 | 150 | 150.00 | |
| 2.3 Gastos administrativos (5% CD) | | | | 805.39 | |
| 2.4 Imprevistos (2% CD) | | | | 322.16 | |
| 3.0 COSTO TOTAL | | | | | 17,455.33 |

Cultivo: zanahoria var. Japonesa

Superficie: 1 ha

Tratamiento: T4

Rendimiento: 32880 kg ha⁻¹ (32.88 t ha⁻¹)Broza de quinua: 0.0 t ha⁻¹

| Descripción | Unid. | Cant. | Precio Unit (S/) | Sub total (S/) | Total (S/) |
|---|--------|-------|------------------|----------------|------------------|
| 1.0 COSTOS DIRECTOS | | | | | 12,184.73 |
| 1.1 Preparación de terreno | | | | | 1,460.00 |
| Limpieza de terreno | Jornal | 2 | 50.00 | 100.00 | |
| Aradura | H.M. | 4 | 60.00 | 240.00 | |
| Mullido | H.M. | 2 | 60.00 | 120.00 | |
| Surcado | Jornal | 20 | 50.00 | 1,000.00 | |
| 1.2 Siembra | | | | | 900.00 |
| Incorporación de broza | Jornal | 0 | 50.00 | 0.00 | |
| Distribución de semilla | Jornal | 10 | 50.00 | 500.00 | |
| Tapado de semilla | Jornal | 8 | 50.00 | 400.00 | |
| 1.3 Labores culturales | | | | | 2,850.00 |
| Primer control de malezas | Jornal | 15 | 50.00 | 750.00 | |
| Raleo | Jornal | 10 | 50.00 | 500.00 | |
| Segundo control de malezas (escarda) | Jornal | 12 | 50.00 | 600.00 | |
| Riego | Glb. | 1 | 1,000.00 | 1,000.00 | |
| 1.4 Cosecha | | | | | 2,086.40 |
| Recolección | Jornal | 11 | 50.00 | 550.00 | |
| Corte de follaje y lavado | Jornal | 6 | 50.00 | 300.00 | |
| Selección y ensacado | Jornal | 5 | 50.00 | 250.00 | |
| Flete - transporte de raíces | kg | 32880 | 0.03 | 986.40 | |
| 1.5 Insumos | | | | | 3,873.33 |
| Semilla Var. Japonesa | kg | 3.5 | 1,106.67 | 3,873.33 | |
| Broza de quinua | kg | 0 | 0.30 | 0.00 | |
| 1.6 Materiales y otros | | | | | 1,015.00 |
| Costales, mantas, rafias, etc. | Glb. | 1 | 140.00 | 140.00 | |
| Machete | Unid. | 2 | 15.00 | 30.00 | |
| Azadón | Unid. | 20 | 40.00 | 800.00 | |
| Rastrillo | Unid. | 3 | 15.00 | 45.00 | |
| 2.0 COSTOS INDIRECTOS | | | | | 922.93 |
| 2.1 Análisis de suelo | Unid. | 1 | 70.00 | 70.00 | |
| 2.2 Gastos administrativos (5% CD) | | | | 609.24 | |
| 2.3 Imprevistos (2% CD) | | | | 243.69 | |
| 3.0 COSTO TOTAL | | | | | 13,107.66 |

| Cultivo: zanahoria var. Japonesa | | | | | |
|--|--------|---|---------------------|-------------------|------------------|
| Superficie: 1 ha | | Tratamiento: T5 | | | |
| Rendimiento: 43710 kg ha ⁻¹ (43.71 t ha ⁻¹) | | Broza de quinua: 3.0 t ha ⁻¹ | | | |
| Descripción | Unid. | Cant. | Precio Unit (S/) | Sub total (S/) | Total (S/) |
| 1.0 COSTOS DIRECTOS | | | | | 14,109.63 |
| 1.1 Preparación de terreno | | | | | 1,460.00 |
| Limpieza de terreno | Jornal | 2 | 50.00 | 100.00 | |
| Aradura | H.M. | 4 | 60.00 | 240.00 | |
| Mullido | H.M. | 2 | 60.00 | 120.00 | |
| Surcado | Jornal | 20 | 50.00 | 1,000.00 | |
| 1.2 Siembra | | | | | 1,250.00 |
| Incorporación de broza | Jornal | 7 | 50.00 | 350.00 | |
| Distribución de semilla | Jornal | 10 | 50.00 | 500.00 | |
| Tapado de semilla | Jornal | 8 | 50.00 | 400.00 | |
| 1.3 Labores culturales | | | | | 2,850.00 |
| Primer control de malezas | Jornal | 15 | 50.00 | 750.00 | |
| Raleo | Jornal | 10 | 50.00 | 500.00 | |
| Segundo control de malezas (escarda) | Jornal | 12 | 50.00 | 600.00 | |
| Riego | Glb. | 1 | 1,000.00 | 1,000.00 | |
| 1.4 Cosecha | | | | | 2,761.30 |
| Recolección | Jornal | 14 | 50.00 | 700.00 | |
| Corte de follaje y lavado | Jornal | 8 | 50.00 | 400.00 | |
| Selección y ensacado | Jornal | 7 | 50.00 | 350.00 | |
| Flete - transporte de raíces | kg | 43710 | 0.03 | 1,311.30 | |
| 1.5 Insumos | | | | | 4,773.33 |
| Semilla Var. Japonesa | kg | 3.5 | 1,106.67 | 3,873.33 | |
| Broza de quinua | kg | 3000 | 0.30 | 900.00 | |
| 1.6 Materiales y otros | | | | | 1,015.00 |
| Costales, mantas, rafias, etc. | Glb. | 1 | 140.00 | 140.00 | |
| Machete | Unid. | 2 | 15.00 | 30.00 | |
| Azadón | Unid. | 20 | 40.00 | 800.00 | |
| Rastrillo | Unid. | 3 | 15.00 | 45.00 | |
| 2.0 COSTOS INDIRECTOS | | | | | 1,207.67 |
| 2.1 Análisis de suelo | Unid. | 1 | 70.00 | 70.00 | |
| 2.2 Análisis de broza de quinua | Unid. | 1 | 150.00 | 150.00 | |
| 2.3 Gastos administrativos (5% CD) | | | | 705.48 | |
| 2.4 Imprevistos (2% CD) | | | | 282.19 | |
| 3.0 COSTO TOTAL | | | | | 15,317.31 |

| Cultivo: zanahoria var. Japonesa | | | | | |
|---|--------------|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|
| Superficie: 1 ha | | Tratamiento: T6 | | | |
| Rendimiento: 57052 kg ha ⁻¹ (57.052 t ha ⁻¹) | | Broza de quinua: 6.0 t ha ⁻¹ | | | |
| Descripción | Unid. | Cant. | Precio Unit (S/) | Sub total (S/) | Total (S/) |
| 1.0 COSTOS DIRECTOS | | | | | 15,859.89 |
| 1.1 Preparación de terreno | | | | | 1,460.00 |
| Limpieza de terreno | Jornal | 2 | 50.00 | 100.00 | |
| Aradura | H.M. | 4 | 60.00 | 240.00 | |
| Mullido | H.M. | 2 | 60.00 | 120.00 | |
| Surcado | Jornal | 20 | 50.00 | 1,000.00 | |
| 1.2 Siembra | | | | | 1,250.00 |
| Incorporación de broza | Jornal | 7 | 50.00 | 350.00 | |
| Distribución de semilla | Jornal | 10 | 50.00 | 500.00 | |
| Tapado de semilla | Jornal | 8 | 50.00 | 400.00 | |
| 1.3 Labores culturales | | | | | 2,850.00 |
| Primer control de malezas | Jornal | 15 | 50.00 | 750.00 | |
| Raleo | Jornal | 10 | 50.00 | 500.00 | |
| Segundo control de malezas (Escarda) | Jornal | 12 | 50.00 | 600.00 | |
| Riego | Glb. | 1 | 1,000.00 | 1,000.00 | |
| 1.4 Cosecha | | | | | 3,611.56 |
| Recolección | Jornal | 18 | 50.00 | 900.00 | |
| Corte de follaje y lavado | Jornal | 11 | 50.00 | 550.00 | |
| Selección y ensacado | Jornal | 9 | 50.00 | 450.00 | |
| Flete - transporte de raíces | kg | 57052 | 0.03 | 1,711.56 | |
| 1.5 Insumos | | | | | 5,673.33 |
| Semilla Var. Japonesa | kg | 3.5 | 1,106.67 | 3,873.33 | |
| Broza de quinua | kg | 6000 | 0.30 | 1,800.00 | |
| 1.6 Materiales y otros | | | | | 1,015.00 |
| Costales, mantas, rafias, etc. | Glb. | 1 | 140.00 | 140.00 | |
| Machete | Unid. | 2 | 15.00 | 30.00 | |
| Azadón | Unid. | 20 | 40.00 | 800.00 | |
| Rastrillo | Unid. | 3 | 15.00 | 45.00 | |
| 2.0 COSTOS INDIRECTOS | | | | | 1,330.19 |
| 2.1 Análisis de suelo | Unid. | 1 | 70.00 | 70.00 | |
| 2.2 Análisis de broza de quinua | Unid. | 1 | 150.00 | 150.00 | |
| 2.3 Gastos administrativos (5% CD) | | | | 792.99 | |
| 2.4 Imprevistos (2% CD) | | | | 317.20 | |
| 3.0 COSTO TOTAL | | | | | 17,190.09 |

| Cultivo: zanahoria var. Kuroda | | | | | |
|---|--------|---|---------------------|-------------------|-----------------|
| Superficie: 1 ha | | Tratamiento: T7 | | | |
| Rendimiento: 27602 kg ha ⁻¹ (27.602 t ha ⁻¹) | | Broza de quinua: 0.0 t ha ⁻¹ | | | |
| Descripción | Unid. | Cant. | Precio Unit (S/) | Sub total (S/) | Total (S/) |
| 1.0 COSTOS DIRECTOS | | | | | 9,165.06 |
| 1.1 Preparación de terreno | | | | | 1,460.00 |
| Limpieza de terreno | Jornal | 2 | 50.00 | 100.00 | |
| Aradura | H.M. | 4 | 60.00 | 240.00 | |
| Mullido | H.M. | 2 | 60.00 | 120.00 | |
| Surcado | Jornal | 20 | 50.00 | 1,000.00 | |
| 1.2 Siembra | | | | | 900.00 |
| Incorporación de broza | Jornal | 0 | 50.00 | 0.00 | |
| Distribución de semilla | Jornal | 10 | 50.00 | 500.00 | |
| Tapado de semilla | Jornal | 8 | 50.00 | 400.00 | |
| 1.3 Labores culturales | | | | | 2,850.00 |
| Primer control de malezas | Jornal | 15 | 50.00 | 750.00 | |
| Raleo | Jornal | 10 | 50.00 | 500.00 | |
| Segundo control de malezas (escarda) | Jornal | 12 | 50.00 | 600.00 | |
| Riego | Glb. | 1 | 1,000.00 | 1,000.00 | |
| 1.4 Cosecha | | | | | 1,778.06 |
| Recolección | Jornal | 9 | 50.00 | 450.00 | |
| Corte de follaje y lavado | Jornal | 6 | 50.00 | 300.00 | |
| Selección y ensacado | Jornal | 4 | 50.00 | 200.00 | |
| Flete - transporte de raíces | kg | 27602 | 0.03 | 828.06 | |
| 1.5 Insumos | | | | | 1,162.00 |
| Semilla Var. Kuroda | kg | 3.5 | 332.00 | 1,162.00 | |
| Broza de quinua | kg | 0 | 0.30 | 0.00 | |
| 1.6 Materiales y otros | | | | | 1,015.00 |
| Costales, mantas, rafias, etc. | Glb. | 1 | 140.00 | 140.00 | |
| Machete | Unid. | 2 | 15.00 | 30.00 | |
| Azadón | Unid. | 20 | 40.00 | 800.00 | |
| Rastrillo | Unid. | 3 | 15.00 | 45.00 | |
| 2.0 COSTOS INDIRECTOS | | | | | 711.55 |
| 2.1 Análisis de suelo | Unid. | 1 | 70.00 | 70.00 | |
| 2.2 Gastos administrativos (5% CD) | | | | 458.25 | |
| 2.3 Imprevistos (2% CD) | | | | 183.30 | |
| 3.0 COSTO TOTAL | | | | | 9,876.61 |


| Cultivo: zanahoria var. Kuroda | | | | | |
|---|---|---|---------------------|-------------------|------------------|
| Superficie: 1 ha | | Tratamiento: T8 | | | |
| Rendimiento: 36660 kg ha ⁻¹ (36.660 t ha ⁻¹) | | Broza de quinua: 3.0 t ha ⁻¹ | | | |
| Descripción | Unid. | Cant. | Precio Unit (S/) | Sub total (S/) | Total (S/) |
| 1.0 | COSTOS DIRECTOS | | | | 10,986.80 |
| 1.1 | Preparación de terreno | | | | 1,460.00 |
| | Limpieza de terreno | Jornal | 2 | 50.00 | 100.00 |
| | Aradura | H.M. | 4 | 60.00 | 240.00 |
| | Mullido | H.M. | 2 | 60.00 | 120.00 |
| | Surcado | Jornal | 20 | 50.00 | 1,000.00 |
| 1.2 | Siembra | | | | 1,250.00 |
| | Incorporación de broza | Jornal | 7 | 50.00 | 350.00 |
| | Distribución de semilla | Jornal | 10 | 50.00 | 500.00 |
| | Tapado de semilla | Jornal | 8 | 50.00 | 400.00 |
| 1.3 | Labores culturales | | | | 2,850.00 |
| | Primer control de malezas | Jornal | 15 | 50.00 | 750.00 |
| | Raleo | Jornal | 10 | 50.00 | 500.00 |
| | Segundo control de malezas (Escarda) | Jornal | 12 | 50.00 | 600.00 |
| | Riego | Glb. | 1 | 1,000.00 | 1,000.00 |
| 1.4 | Cosecha | | | | 2,349.80 |
| | Recolección | Jornal | 12 | 50.00 | 600.00 |
| | Corte de follaje y lavado | Jornal | 8 | 50.00 | 400.00 |
| | Selección y ensacado | Jornal | 5 | 50.00 | 250.00 |
| | Flete - transporte de raíces | kg | 36660 | 0.03 | 1,099.80 |
| 1.5 | Insumos | | | | 2,062.00 |
| | Semilla Var. Kuroda | kg | 3.5 | 332.00 | 1,162.00 |
| | Broza de quinua | kg | 3000 | 0.30 | 900.00 |
| 1.6 | Materiales y otros | | | | 1,015.00 |
| | Costales, mantas, rafias, etc. | Glb. | 1 | 140.00 | 140.00 |
| | Machete | Unid. | 2 | 15.00 | 30.00 |
| | Azadón | Unid. | 20 | 40.00 | 800.00 |
| | Rastrillo | Unid. | 3 | 15.00 | 45.00 |
| 2.0 | COSTOS INDIRECTOS | | | | 989.08 |
| 2.1 | Análisis de suelo | Unid. | 1 | 70.00 | 70.00 |
| 2.2 | Análisis de broza de quinua | Unid. | 1 | 150.00 | 150.00 |
| 2.3 | Gastos administrativos (5% CD) | | | | 549.34 |
| 2.4 | Imprevistos (2% CD) | | | | 219.74 |
| 3.0 | COSTO TOTAL | | | | 11,975.88 |

| Cultivo: zanahoria var. Kuroda | | | | | |
|---|--------------|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|
| Superficie: 1 ha | | Tratamiento: T9 | | | |
| Rendimiento: 45509 kg ha ⁻¹ (45.509 t ha ⁻¹) | | Broza de quinua: 6.0 t ha ⁻¹ | | | |
| Descripción | Unid. | Cant. | Precio Unit (S/) | Sub total (S/) | Total (S/) |
| 1.0 COSTOS DIRECTOS | | | | | 12,452.27 |
| 1.1 Preparación de terreno | | | | | 1,460.00 |
| Limpieza de terreno | Jornal | 2 | 50.00 | 100.00 | |
| Aradura | H.M. | 4 | 60.00 | 240.00 | |
| Mullido | H.M. | 2 | 60.00 | 120.00 | |
| Surcado | Jornal | 20 | 50.00 | 1,000.00 | |
| 1.2 Siembra | | | | | 1,250.00 |
| Incorporación de broza | Jornal | 7 | 50.00 | 350.00 | |
| Distribución de semilla | Jornal | 10 | 50.00 | 500.00 | |
| Tapado de semilla | Jornal | 8 | 50.00 | 400.00 | |
| 1.3 Labores culturales | | | | | 2,850.00 |
| Primer control de malezas (deshierbo) | Jornal | 15 | 50.00 | 750.00 | |
| Raleo | Jornal | 10 | 50.00 | 500.00 | |
| Segundo control de malezas (Escarda) | Jornal | 12 | 50.00 | 600.00 | |
| Riego | Glb. | 1 | 1,000.00 | 1,000.00 | |
| 1.4 Cosecha | | | | | 2,915.27 |
| Recolección | Jornal | 15 | 50.00 | 750.00 | |
| Corte de follaje y lavado | Jornal | 9 | 50.00 | 450.00 | |
| Selección y ensacado | Jornal | 7 | 50.00 | 350.00 | |
| Flete - transporte de raíces | kg | 45509 | 0.03 | 1,365.27 | |
| 1.5 Insumos | | | | | 2,962.00 |
| Semilla Var. Kuroda | kg | 3.5 | 332.00 | 1,162.00 | |
| Broza de quinua | kg | 6000 | 0.30 | 1,800.00 | |
| 1.6 Materiales y otros | | | | | 1,015.00 |
| Costales, mantas, rafias, etc. | Glb. | 1 | 140.00 | 140.00 | |
| Machete | Unid. | 2 | 15.00 | 30.00 | |
| Azadón | Unid. | 20 | 40.00 | 800.00 | |
| Rastrillo | Unid. | 3 | 15.00 | 45.00 | |
| 2.0 COSTOS INDIRECTOS | | | | | 1,091.66 |
| 2.1 Análisis de suelo | Unid. | 1 | 70.00 | 70.00 | |
| 2.2 Análisis de broza de quinua | Unid. | 1 | 150.00 | 150.00 | |
| 2.3 Gastos administrativos (5% CD) | | | | 622.61 | |
| 2.4 Imprevistos (2% CD) | | | | 249.05 | |
| 3.0 COSTO TOTAL | | | | | 13,543.93 |

Anexo 3. *Ingreso bruto por cada tratamiento*

| Trat. | Rdto (t ha⁻¹) | % 1ra Categ. | % 2da Categ. | % 3ra Categ. | Precio 1ra (S/. kg) | Precio 2da (S/. kg) | Precio 3ra (S/. kg) | Ingreso bruto (S/. ha) |
|--------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| T1 | 35.36 | 57 | 43 | | 1.2 | 0.7 | | 34,830.69 |
| T2 | 46.27 | 60 | 40 | | 1.2 | 0.7 | | 46,274.69 |
| T3 | 63.31 | 65 | 35 | | 1.2 | 0.7 | | 64,897.69 |
| T4 | 32.88 | 50 | 50 | | 1.2 | 0.7 | | 31,235.65 |
| T5 | 43.71 | 55 | 45 | | 1.2 | 0.7 | | 42,617.13 |
| T6 | 57.05 | 65 | 35 | | 1.2 | 0.7 | | 58,478.78 |
| T7 | 27.60 | 40 | 28 | 32 | 1.2 | 0.7 | 0.5 | 23,075.15 |
| T8 | 36.66 | 40 | 32 | 28 | 1.2 | 0.7 | 0.5 | 30,941.46 |
| T9 | 45.51 | 42 | 32 | 26 | 1.2 | 0.7 | 0.5 | 39,046.94 |


Anexo 4. Resultado del análisis de la broza de quinua



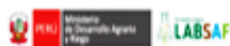
II. RESULTADO DE ANÁLISIS

| ITEM | | | 2 | | | | |
|--|----------|----|------------------------------|--|--|--|--|
| Código de Laboratorio | | | A0060-DO-23 | | | | |
| Matriz Analizada | | | Abono Orgánico | | | | |
| Fecha de Muestreo | | | Reservado por el cliente (*) | | | | |
| Hora de Inicio de Muestreo (h) | | | 11:00 | | | | |
| Condición de la muestra | | | Conservada | | | | |
| Código/Identificación de la Muestra por el Cliente | | | Broza de quinua | | | | |
| Ensayo | Unidad | LC | Resultados | | | | |
| pH | unid. pH | -- | 5.82 | | | | |
| Conductividad | mS/m | -- | 9.12 | | | | |
| Humedad | % | -- | 8.72 | | | | |
| Materia Orgánica | % | -- | 32.18 | | | | |
| Nitrógeno | % | -- | 1.80 | | | | |
| Fósforo | % | -- | 0.39 | | | | |
| Potasio | % | -- | 5.56 | | | | |
| Calcio (Ca ²⁺) (**) | % | -- | 2.79 | | | | |
| Magnesio (Mg ²⁺) (**) | % | -- | 1.81 | | | | |
| Relación Carbono/Nitrógeno (C/N) (**) | % | = | 7.84 | | | | |

I N I A
 Estación Experimental Agraria
 Coronado Kiyotada Miyagawa - Huaral


 Dra. BEATRIZ SALES DAVILA
 @ LABORATORIO DE AGUA SUELOS Y FOLIARES

FIN DE INFORME DE ENSAYO



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliares
 Acreditado con la Norma
 NTP-ISO/IEC 17025:2017
 Dirección: Carretera Chancay - Huaral Km. 5.6, Huaral - LIMA

Página 2 de 2
 F-46 / Ver 04
 www.inia.gob.pe

Anexo 5. Resultados del análisis de caracterización del suelo del campo experimental



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN EN PASTOS Y GANADERÍA
 LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR

Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 – 966942996

Ayacucho – Perú

“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

Región : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Andrés A. Cáceres Dorregaray
 Localidad : Huatatas
 Proyecto : “TESIS”
 Solicitante : Srta. Yudith Esther Huaripaucar Maldonado

HR: 00163

ANALISIS DE CARACTERIZACION

| Muestra | Análisis mecánico (%) | | | Clase Textural | pH (H ₂ O) 1:2.5 | C. E. (dS/m.) 1:1 | CaCO ₃ (%) | M.O. (%) | Nt (%) | Elementos Disp. (ppm) | | Cationes cambiables (Cmol(+)/Kg) | | | | | | C. I. C. (Cmol(+)/Kg) |
|---------|-----------------------|------|---------|----------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------|----------|--------|-----------------------|-------|----------------------------------|------------------|----------------|-----------------|------------------|----------------|-----------------------|
| | Arena | Limo | Arcilla | | | | | | | P | K | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | Al ⁺³ | H ⁺ | |
| 01 | 59.3 | 23.6 | 17.1 | Fr-Ao | 7.79 | 4.05 | 1.0 | 1.73 | 0.08 | 5.4 | 164.4 | 9.16 | 4.76 | 0.84 | 0.68 | 0.0 | 0.0 | 14.5 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Ayacucho, 10 de Febrero del 2024.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
 PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
 RESPONSABLE

Juan B. Giron Molina
 Juan B. Giron Molina
 C.I.P. 77120

Ao: Arcilloso, AoF: Arena franca, FrAo: Franco arenoso, Fr: Franco, FrL: Franco limoso, L: Limoso, FrArAo: Franco arcillo arenoso, FrAr: Franco arcilloso, FrArL: Franco arcilloso limoso, AAo: Arcillo arenoso, ArL: Arcillo limoso, Ar: Arcilloso

Anexo 6. Panel fotográfico del proceso de ejecución del trabajo de investigación



Fotografía 01. Limpieza de terreno



Fotografía 02. Preparación del suelo con motocultor

Fotografía 03. Nivelación del terreno



Fotografía 04. Terreno experimental nivelado

Fotografía 05. Incorporación de broza de quinua



Fotografía 06. Siembra



Fotografía 07. Riego por goteo



Fotografía 08. Cultivo de zanahoria a los 9 dds



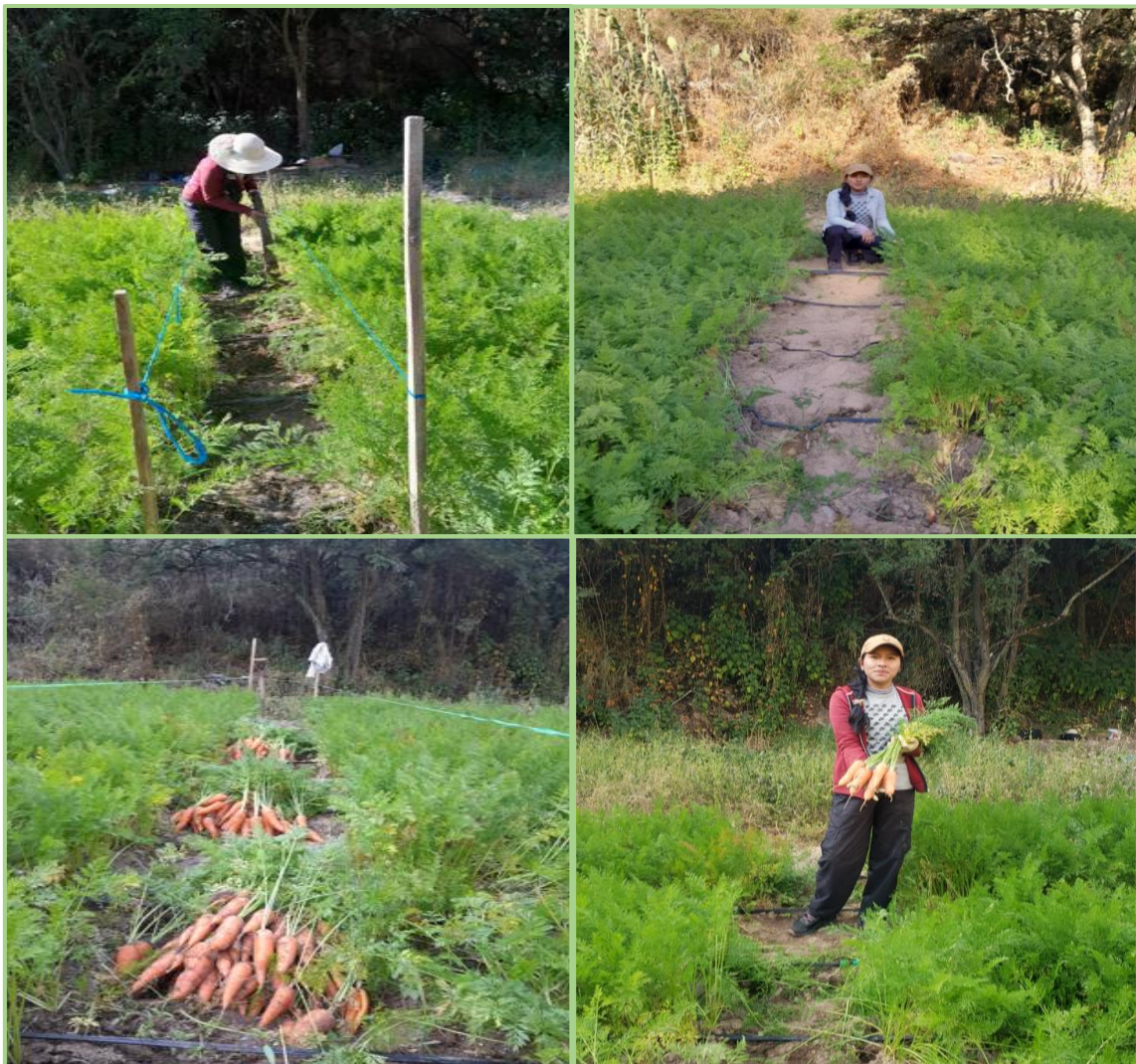
Fotografía 09. Cultivo de zanahoria a los 21 dds



Fotografía 10. Primer deshierbo a los 35 dds



Fotografía 11. Segundo deshierbo /Escarda a los 56 dds



Fotografía 12. Cosecha de la zanahoria a los 120 dds



Fotografía 13. Lavado de las raíces cosechadas



Fotografía 14. Evaluación del número y longitud de hojas

Fotografía 15. Medición del diámetro



Fotografía 16. Medición de la longitud de raíces



Fotografía 17. Evaluación del peso de raíces



Fotografía 18. Selección de raíces en categorías



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. YUDITH ESTHER HUARIPAUCAR MALDONADO

R.D. N° 428-2025-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los cinco días del mes de diciembre del año dos mil veinticinco, siendo las diecisiete 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. Lurquín Marino Zambrano Ochoa, Ing. Edgar Tenorio Mancilla como asesor, Dr. José Antonio Quispe Tenorio y el M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Niveles de broza de quinua en el rendimiento de tres variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.), Huatatas, 2690 msnm, Ayacucho 2024**, para obtener el Título Profesional de Ingeniera Agrónoma, presentado por la Bachiller **YUDITH ESTHER HUARIPAUCAR MALDONADO**.

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 deliberacion y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

| Jurado evaluador | Exposición | Respuestas a las preguntas | Generación de conocimiento | Promedio |
|-----------------------------------|------------|----------------------------|----------------------------|-----------|
| Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa | 15 | 14 | 15 | 15 |
| Ing. Edgar Tenorio Mancilla | 17 | 16 | 16 | 16 |
| Dr. José Antonio Quispe Tenorio | 15 | 15 | 15 | 15 |
| M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo | 16 | 14 | 15 | 15 |
| PROMEDIO GENERAL | | | | 15 |

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

.....
Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa
Presidente

.....
Ing. Edgar Tenorio Mancilla
Asesor

.....
Dr. José Antonio Quispe Tenorio
Jurado

.....
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo
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 R.D N° 213-2025-UNSCH-FCA-D; hace constar que el trabajo titulado;

Niveles de broza de quinua en el rendimiento de tres variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.), Huatatas, 2690 msnm, Ayacucho 2024

Autor : Yudith Esther HUARIPAUCAR MALDONADO
Asesor : Edgar TENORIO MANCILLA

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 catorce por ciento (**14%**) 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: 2851301147

Ayacucho, 26 de diciembre de 2025

.....
Angela J. Requis Quintanilla

M.Sc. en Fitopatología
E.P. Agronomía

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Niveles de broza de quinua en el rendimiento de tres variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.), Huatatas, 2690 msnm, Ayacucho 2024

por Yudith Esther HUARIPAUCAR MALDONADO

Fecha de entrega: 26-dic-2025 11:14a. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2851301147

Nombre del archivo: TESIS_YUDITH_HUARIPAUCAR_MALDONADO.pdf (3.22M)

Total de palabras: 21581

Total de caracteres: 114395

Niveles de broza de quinua en el rendimiento de tres variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.), Huatatas, 2690 msnm, Ayacucho 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|--|-----|
| 1 | Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante | 6% |
| 2 | repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet | 3% |
| 3 | repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 4 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 1% |
| 5 | bffrepositorio.unal.edu.co Fuente de Internet | 1% |
| 6 | repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 7 | idoc.pub Fuente de Internet | <1% |
| 8 | repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet | <1% |

| | | |
|----|---|------|
| 9 | doczz.net Fuente de Internet | <1 % |
| 10 | Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD Trabajo del estudiante | <1 % |
| 11 | repositorio.umsa.bo Fuente de Internet | <1 % |
| 12 | vdocuments.site Fuente de Internet | <1 % |
| 13 | Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote Trabajo del estudiante | <1 % |

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 40 words

Excluir bibliografía

Activo

**Niveles de broza de quinua en el rendimiento de tres variedades de zanahoria
(*Daucus carota* L.), Huatatas, 2690 msnm, Ayacucho 2024**

**Levels of quinoa chaff in the yield of three varieties of carrot (*Daucus carota* L.),
Huatatas, 2690 msnm, Ayacucho 2024**

Yudith Esther Huaripaucar Maldonado¹
yudith.huaripaucar.01@unsch.edu.pe

Edgar Tenorio Mancilla²
edgar.tenorio@unsch.edu.pe

Área de investigación: Medio Ambiente

Línea de investigación: Sistema de Producción Agrícola

RESUMEN

La presente investigación fue ejecutada en el predio ubicado en Santa Rosa de Huatatas, Ayacucho, a 2690 msnm, con el objetivo de evaluar el efecto de los niveles de broza de quinua en el rendimiento de tres variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.), así como evaluar la respuesta de las variedades a la aplicación de broza de quinua y determinar la relación beneficio/costo (B/C). El experimento se desarrolló bajo un Diseño de Bloques Completos Randomizados (DBCR), con nueve tratamientos resultantes de la combinación de tres niveles de broza de quinua (0, 3 y 6 t ha⁻¹) y tres variedades de zanahoria (Finura, Japonesa y Kuroda), con tres repeticiones, manejando un total de 27 unidades experimentales. Se evaluaron caracteres de crecimiento, rendimiento y rentabilidad. Como resultado, los niveles de broza de quinua de 0, 3 y 6 t ha⁻¹ registraron rendimientos de 31.95, 42.22 y 55.29 t ha⁻¹, respectivamente. En cuanto a las variedades, Kuroda, Japonesa y Finura, presentaron promedios de 11.26, 12.54 y 12.58 hojas por planta; longitudes de hoja de 52.66, 58.81 y 59.67 cm; longitudes de raíz de 13.26, 15.51 y 15.24 cm; pesos de raíz de 150.51, 189.25 y 191.86 g; rendimientos por parcela de 3.95, 4.81 y 5.22 kg; y rendimientos estimados por hectárea de 36.59, 44.55 y 48.32 t ha⁻¹, respectivamente. En el caso del diámetro de raíz, bajo la interacción entre variedad y nivel de broza de quinua (6 t ha⁻¹), se registraron valores de 4.32, 4.75 y 4.90 cm para las variedades Kuroda, Japonesa y Finura, respectivamente. La mayor rentabilidad, según la relación B/C, se obtuvo en el tratamiento T3 (variedad Finura x 6 t ha⁻¹ de broza de quinua) con un valor de S/. 2.72, seguido del tratamiento T6 (Variedad Japonesa x 6 t ha⁻¹ de broza de quinua) con S/. 2.40.

Palabras clave: broza de quinua, *Daucus carota* L., rendimiento, relación beneficio/costo (B/C)

ABSTRACT

This research was conducted on a located in Santa Rosa de Huatatas, Ayacucho, at an altitude of 2690 meters above sea level, with the objective of evaluating the effect of quinoa chaff levels on the yield of three carrot varieties (*Daucus carota* L.), as well as evaluating the varieties' response to quinoa chaff application and determining the benefit-cost ratio (B/C). The experiment was developed using a Randomized Complete Block Design (RCBD), with nine treatments resulting from the combination of three quinoa chaff levels (0, 3, and 6 t ha⁻¹) and three carrot varieties (Finura, Japonesa, and Kuroda), with three replications, for a total of 27 experimental units. Growth, yield, and profitability traits were evaluated. As a result, quinoa chaff levels of 0, 3, and 6 t ha⁻¹ yielded 31.95, 42.22, and 55.29 t ha⁻¹, respectively. Regarding the varieties, Kuroda, Japonesa, and Finura showed averages of 11.26, 12.54, and 12.58 leaves per plant; leaf lengths of 52.66, 58.81, and 59.67 cm; root lengths of 13.26, 15.51, and 15.24 cm; root weights of 150.51, 189.25, and 191.86 g; and yields per plot of 3.95, 4.81, and 5.22 kg. and estimated yields per hectare of 36.59, 44.55, and 48.32 t ha⁻¹, respectively. Regarding root diameter, under the interaction between variety and quinoa chaff level (6 t ha⁻¹), values of 4.32, 4.75, and 4.90 cm were recorded for the Kuroda, Japonesa, and Finura varieties, respectively. The highest profitability, according to the benefit-cost ratio, was obtained in treatment T3 (Finura variety x 6 t ha⁻¹ of quinoa chaff) with a value of S/. 2.72, followed by treatment T6 (Japonesa variety x 6 t ha⁻¹ of quinoa chaff) with S/. 2.40.

Keywords: quinoa chaff, *Daucus carota* L., yield, benefit/cost (B/C) ratio

1. INTRODUCCIÓN

Dentro de los cultivos hortícolas en el Perú, la zanahoria se posiciona como uno de los más desarrollados y de consumo bastante popular. Posee ciertas ventajas, entre las cuales destacan su rápido desarrollo (aproximadamente entre 90 y 100 días), su tolerancia a heladas y su elevado valor nutricional (Suasnabar & Torres, 2022). El aspecto más destacable de la zanahoria desde el punto de vista nutricional es su contenido de vitamina A y carotenoides con actividad provitamínica A. Asimismo, contiene otras vitaminas en menor proporción, como la vitamina C y la vitamina B6, además de pequeñas cantidades de minerales como hierro, yodo y potasio (Surbhi et al., 2018).

A nivel mundial, la zanahoria se considera el cultivo hortícola de raíz más importante debido a sus características nutricionales, siendo especialmente apreciada por su

contenido en carotenos, los cuales actúan como precursores de la vitamina A, así como por su contenido vitamínico (vitaminas B, C y E) (Maroto, 2002).

En el Perú, la zanahoria es un cultivo competitivo. En el año 2024 se cultivaron aproximadamente 8 000 hectáreas, destacando los departamentos de Arequipa y Lima con una producción de 77 382 y 55 592 toneladas, en superficies cosechadas de 1 695 ha y 2 317 ha respectivamente. En el departamento de Ayacucho, la producción alcanzó 1 576 toneladas en una superficie cosechada de 121 ha (MIDAGRI, 2024).

Por otro lado, los estudios realizados en el cultivo de quinua están enfocados principalmente en su comportamiento agronómico, mientras que los subproductos generados durante la cosecha y la trilla, como la broza o “quiri” en quechua, han recibido poca atención. En consecuencia, la información sobre los usos de la broza de quinua es aún limitada. Actualmente, la mayor parte se destina a la alimentación del ganado, y solo un pequeño porcentaje se utiliza como materia orgánica en los suelos agrícolas (Mollisaca & Bonifacio, 2021).

Puesto que la broza de quinua representa una fuente importante de materia orgánica, constituye una alternativa sostenible para su aprovechamiento en la agricultura, contribuyendo al mejoramiento de las propiedades del suelo, aspecto fundamental para el desarrollo de cultivos hortícolas. Asimismo, la broza corresponde a una alternativa de bajo costo, derivada de subproductos del cultivo de quinua, cuyo aprovechamiento permite valorizar residuos agrícolas y promover prácticas de economía circular en los sistemas de producción.

En este contexto, el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo, determinar el efecto de los niveles de broza de quinua en el rendimiento de tres variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.), bajo condiciones de Huatatas, 2690 msnm, Ayacucho, 2024.

2. METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en un predio ubicado en Santa Rosa de Huatatas, ubicado en el distrito de Tambillo, provincia Huamanga, región Ayacucho, a una altitud de 2690 msnm, con las siguientes coordenadas geográficas: 13°11'17.54" Latitud Sur y 74°11'31.85" Longitud Oeste.

2.2. Características edáficas

Con la finalidad de determinar las características del suelo, se tomó una muestra representativa del terreno, considerado homogéneo y representativo.

La recolección del suelo se realizó mediante el método de zigzag, extrayéndose la muestra a una profundidad de 20 cm. Posteriormente, fue enviada al Laboratorio de Suelos y Aguas del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, para su respectivo análisis. El análisis del suelo evidenció una textura franco arenosa, pH de 7.79 (ligeramente alcalino), contenido de materia orgánica de 1.73 % (bajo), nitrógeno total de 0.08 % (bajo), fósforo disponible de 5.4 ppm (bajo) y potasio disponible de 164.4 ppm (medio). Asimismo, los cationes intercambiables presentaron valores de Ca^{++} de 9.16 meq/100 g (medio), Mg^{++} de 4.76 meq/100 g (alto), K^+ de 0.84 meq/100 g (alto) y Na^{++} de 0.68 meq/100g (alto), con una capacidad de intercambio catiónico de 14.5 meq/100 g (medio).

2.3. Análisis químico de la broza de quinua

El análisis químico de la broza de quinua indicó un contenido de materia orgánica de 32.18 %, nitrógeno de 1.80 %, fósforo de 0.39 %, potasio de 5.56 %, calcio de 2.79 % y magnesio de 1.81 %, con una relación carbono/nitrógeno de 7.84.

2.4. Material biológico

Se emplearon tres variedades de zanahoria, entre ellas; Finura, Japonesa y Kuroda; las mismas que fueron adquiridas de la empresa Alabama S.A. (comercializadores de semillas certificadas).

2.5. Diseño experimental

El experimento se condujo bajo el Diseño de Bloques Completos Randomizados (DBCR), con un arreglo factorial de 3v x 3n (v: variedad de zanahoria y n: nivel de broza de quinua), resultando en 9 tratamientos con tres repeticiones, manejando un total de 27 unidades experimentales.

El modelo aditivo lineal (MAL) es el siguiente: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_k + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracteres de crecimiento

3.1.1. Número de hojas por planta

Tabla 3.1

*Análisis de varianza del número de hojas por planta en variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.), bajo efecto de niveles de broza de quinua. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho*

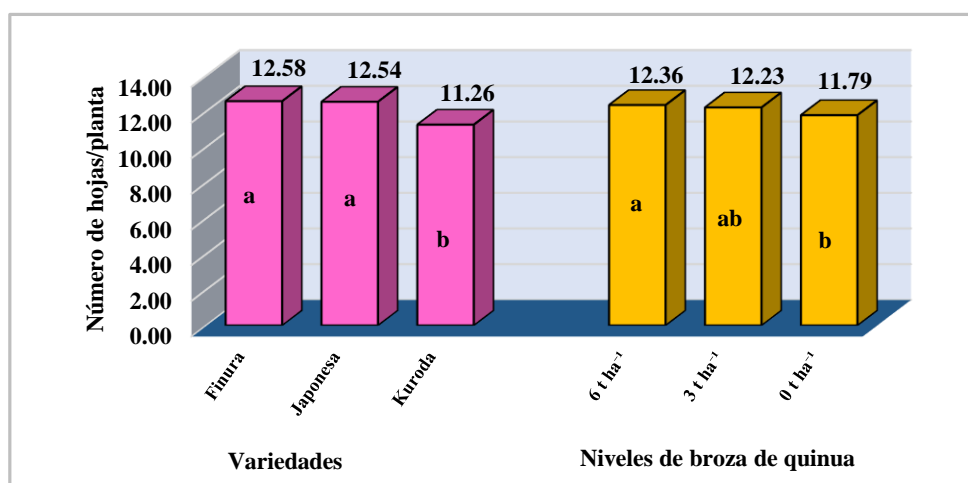
| F.V. | GL | SC | CM | Fc | p-valor |
|---------------------|----|-------|------|-------|-----------|
| Bloque | 2 | 0.30 | 0.15 | 0.79 | 0.4686 ns |
| Variedad (V) | 2 | 10.15 | 5.08 | 26.89 | <0.0001** |
| Broza de quinua (B) | 2 | 1.58 | 0.79 | 4.19 | 0.0347 * |
| Interacción (V*B) | 4 | 0.03 | 0.01 | 0.04 | 0.9974 ns |
| Error | 16 | 3.02 | 0.19 | | |
| Total | 26 | 15.08 | | | |

C.V (%) = 3.58

En la tabla 3.1, del análisis de varianza del número de hojas por planta, se muestra que, los efectos principales de variedad (V) y niveles de broza de quinua (B) obtuvieron resultados significativos estadísticamente, a excepción de la interacción de estos factores (V x B). No existe significancia entre los bloques, lo cual permite inferir que hay homogeneidad entre las repeticiones. Respecto al coeficiente de variación, este alcanzó un valor de 3.58 %.

Figura 3.1

Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales en el número de hojas por planta del cultivo de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho



En la figura 3.1 se muestran los promedios del número de hojas por planta para las tres variedades y tres niveles de broza de quinua. En cuanto a variedades, Finura y Japonesa obtuvieron el mayor promedio con 12.58 y 12.54 hojas por planta, respectivamente, siendo estadísticamente superiores a Kuroda (11.26 hojas/planta). En cuanto a los niveles de broza de quinua, se observa que 6 t ha⁻¹ y 3 t ha⁻¹ reportaron mayor número promedio de hojas con 12.36 y 12.23 hojas por planta, respectivamente, sin presentar diferencia estadística entre sí.

Pardo (2025), en su estudio de aplicación foliar de biol en la zanahoria variedad Japonesa, respecto al número de hojas, los resultados oscilaron entre 11.66 a 13.81. Se puede verificar que el valor obtenido en la presente investigación (12.54) se encuentra dentro del rango de los reportados por el estudio mencionado.

3.1.2. Longitud de hojas

Tabla 3.2

Análisis de varianza de la longitud de hojas en variedades de zanahoria (Daucus carota L.), bajo efecto de niveles de broza de quinua. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho

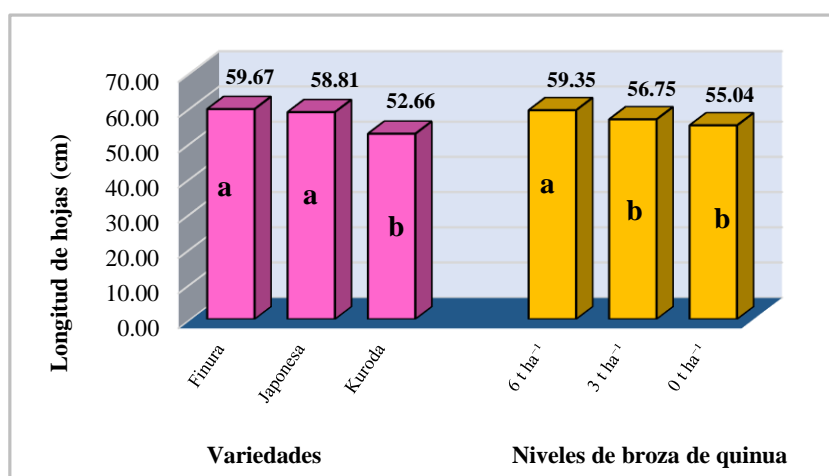
| F.V. | GL | SC | CM | Fc | p-valor |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Bloque | 2 | 6.42 | 3.21 | 0.74 | 0.4907 ns |
| Variedad (V) | 2 | 263.02 | 131.51 | 30.50 | <0.0001** |
| Broza de quinua (B) | 2 | 84.97 | 42.49 | 9.85 | 0.0016 ** |
| Interacción (V*B) | 4 | 3.76 | 0.94 | 0.22 | 0.9294 ns |
| Error | 16 | 68.99 | 4.31 | | |
| Total | 26 | 427.16 | | | |

CV (%) = 3.64

Según el análisis de varianza (Tabla 3.2) de la longitud de hojas, no existe diferencia significativa entre los bloques y en la interacción (Variedad x Broza); mientras que en los efectos principales de variedad y niveles de broza de quinua se evidencian diferencias estadísticas altamente significativas. El coeficiente de varianza es 3.64 %.

Figura 3.2

Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales en la longitud de hojas del cultivo de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho



En la figura 3.2 se muestran los promedios de la longitud de hojas para las tres variedades y los tres niveles de broza de quinua. En cuanto a variedades, Finura y Japonesa obtuvieron el mayor promedio de longitud de hojas, con 59.67 cm y 58.81 cm, respectivamente, siendo estadísticamente superiores a Kuroda (52.66 cm). En cuanto a los niveles de broza de quinua, se observa que la aplicación de 6 t ha⁻¹ generó la mayor longitud promedio de hojas, con 59.35 cm, mientras que los niveles de 3 t ha⁻¹ y ausencia de broza (0 t ha⁻¹) indican que no hubo diferencias estadísticas significativas entre sí.

Romero (2019), en su trabajo de investigación sobre la evaluación del comportamiento de cultivares y abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de zanahoria, reporta que, respecto a la altura de la planta, la variedad Japonesa alcanzó 38.53 cm, mientras que la variedad Finura registró 34.96 cm. En cuanto al efecto de los abonos, con humus de lombriz (6 t ha⁻¹) se alcanzó una altura promedio de 37.44 cm, con estiércol de cuy (6 t ha⁻¹) 36.32 cm y, en el tratamiento testigo (sin aplicación de abono), 34.96 cm. Asimismo, Argamonte (2013), al evaluar distintos niveles de guano de isla incubado en solución de microorganismos efectivos aplicados en el cultivo de zanahoria, determinó que la altura de la planta presentó un rango de variación comprendido entre 26.9 cm a 34.7 cm. Estos resultados son inferiores a los obtenidos en el presente estudio.

La mayor longitud de hojas observada en el presente trabajo podría asociarse con la aplicación de broza de quinua, la cual, por su baja relación C/N, podría favorecer una fácil descomposición y la liberación oportuna de nutrientes, contribuyendo al desarrollo foliar de las plantas.

3.1.3. Diámetro de la raíz

Tabla 3.3

Análisis de varianza del diámetro de la raíz en variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.), bajo efecto de niveles de broza de quinua. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho

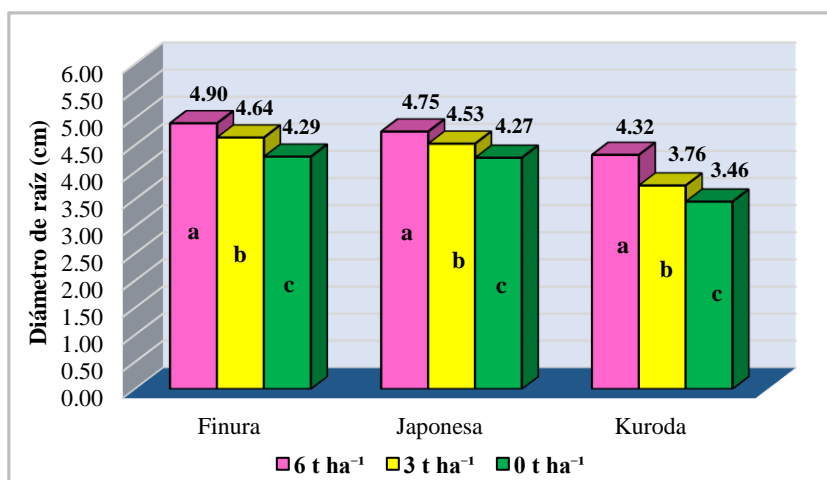
| F.V. | GL | SC | CM | Fc | p-valor |
|---------------------|----|------|------|--------|-----------|
| Bloque | 2 | 0.01 | 0.01 | 0.89 | 0.5880 ns |
| Variedad (V) | 2 | 3.12 | 1.56 | 277.33 | <0.0001** |
| Broza de quinua (B) | 2 | 1.92 | 0.96 | 170.67 | <0.0001** |
| Interacción (V*B) | 4 | 0.15 | 0.04 | 6.67 | 0.0027 ** |
| Error | 16 | 0.09 | 0.01 | | |
| Total | 26 | 5.29 | | | |

C.V (%) = 1.74

En la tabla 3.3, se reporta el análisis de varianza para el diámetro de la raíz, donde se muestra diferencias estadísticas altamente significativas en las fuentes de variación: variedades, niveles de broza de quinua y su interacción. El coeficiente de varianza es 1.74 %, el cual refiere buena precisión del experimento.

Figura 3.3

Prueba de Tukey (0.05) de los efectos simples en el diámetro de raíz del cultivo de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho



En la figura 3.3 se muestra la comparación de las medias de los efectos simples de niveles de broza de quinua en las variedades evaluadas. En las tres variedades, el diámetro de la raíz mostró una tendencia creciente a medida que aumentaron los niveles de broza. El mayor diámetro se obtuvo con 6 t ha⁻¹, destacando la variedad Finura con 4.90 cm, seguida de Japonesa (4.75 cm) y Kuroda (4.32 cm). Con 3 t ha⁻¹, los diámetros resultaron con valores intermedios: 4.64 cm en Finura, 4.53 cm en Japonesa y 3.76 cm en Kuroda. En ausencia de broza (0 t ha⁻¹) se registraron los valores más bajos: 4.29 cm para Finura,

4.27 cm para Japonesa y 3.46 cm para Kuroda. En términos generales, la aplicación de 6 t ha⁻¹ de broza resultó estadísticamente superior a los demás niveles. Este comportamiento demuestra que la interacción entre variedad y nivel de broza es estadísticamente significativa, reflejando la influencia conjunta de ambos factores sobre el diámetro de la raíz.

En su trabajo de investigación, Chillo (2024) evaluó el comportamiento productivo de dos variedades de zanahoria (Altiplano y Larga Vida) con la aplicación de diferentes niveles de gallinaza (0, 0.5 y 1 kg/m²). Respecto al diámetro de raíz, en la variedad Altiplano el mayor valor registrado fue de 3.593 cm con 0.5 kg/m² de gallinaza. Por su parte, la variedad Larga Vida alcanzó un mayor diámetro de 3.573 cm con 0.5 kg/m² de gallinaza. Al contrastar estos resultados, se observa que los valores alcanzados en la presente investigación fueron superiores. Estas diferencias pueden atribuirse principalmente a la variabilidad genética de las variedades evaluadas, así como al tipo y dosis de abono empleado. A ello se suman posibles variaciones en las condiciones edafoclimáticas y de manejo agronómico, que también podrían haber influido en el desarrollo del diámetro de la raíz.

3.1.4. Longitud de la raíz

Tabla 3.4

Análisis de varianza de la longitud de raíz en variedades de zanahoria (Daucus carota L.), bajo efectos de niveles de broza de quinua. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho

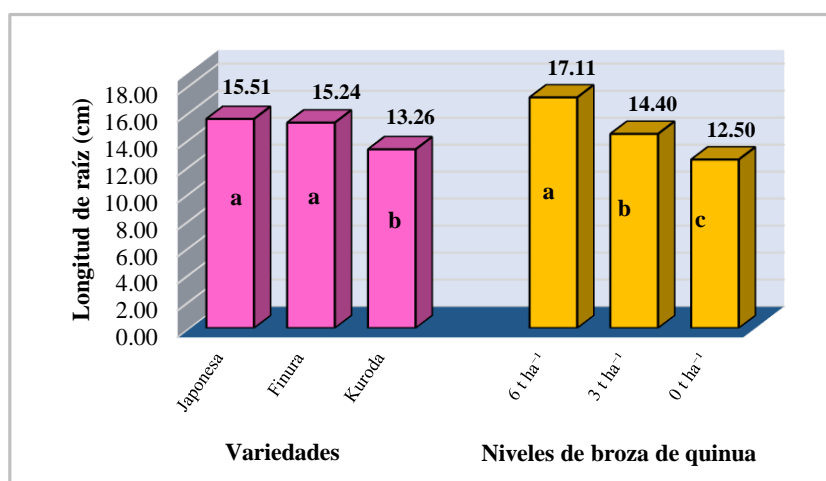
| F.V. | GL | SC | CM | Fc | p-valor |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Bloque | 2 | 3.60 | 1.80 | 2.28 | 0.1348 ns |
| Variedad (V) | 2 | 27.16 | 13.58 | 17.19 | 0.0001 ** |
| Broza de quinua (B) | 2 | 96.42 | 48.21 | 61.03 | <0.0001** |
| Interacción (V*B) | 4 | 2.31 | 0.58 | 0.73 | 0.5835 ns |
| Error | 16 | 12.64 | 0.79 | | |
| Total | 26 | 142.14 | | | |

C.V (%) = 6.06

En el análisis de varianza para la longitud de raíz (tabla 3.4), se observa que existe alta significación estadística en los efectos principales correspondientes a variedad (V) y niveles de broza (B), mientras que en la interacción de estos dos factores (V x B) no existe significancia. No existe significancia en los bloques, por lo cual se constata que existe homogeneidad entre las repeticiones. El coeficiente de variación fue 6.06 %.

Figura 3.4

Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales en la longitud de raíz del cultivo de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho



La figura 3.4 de la prueba de Tukey de la longitud de raíz muestra que las variedades Japonesa y Finura obtuvieron mayor longitud de raíz, con 15.51 cm y 15.24 cm, respectivamente, las cuales no presentan diferencia estadística significativa entre sí; por otro lado, con la variedad Kuroda se obtuvo 13.26 cm, lo cual evidencia la existencia de diferencia estadística significativa respecto a las otras dos variedades. En el caso de los niveles de broza, se muestra que la aplicación de 6 t ha⁻¹ es superior estadísticamente frente a los demás niveles, alcanzando 17.11 cm; a esto le sigue 3 t ha⁻¹ con 14.40 cm y con la ausencia de broza (0 t ha⁻¹) se obtuvo una longitud de raíz de 12.50 cm, siendo inferior con diferencia significativa de los demás niveles.

Los resultados obtenidos en el presente estudio son superiores a los documentados por Gualancañay (2017), quien reportó longitudes de raíz de 12.32 cm y 10.91 cm para las variedades Finura y Japonesa, respectivamente. En cuanto a la variedad Finura, Valerio y Medina (2024) obtuvieron una longitud de raíz de 15.14 cm tras la aplicación de extracto de algas marinas a 1 L/cilindro, valor similar al alcanzado en esta investigación. En lo que respecta a la variedad Japonesa, Pardo (2025) reportó la mayor longitud de raíz (15.89 cm) al aplicar biol a 25 L ha⁻¹. Por otro lado, Vilchez (2018) documentó un tamaño de raíz de 15.37 cm en la misma variedad. El valor alcanzado en la variedad Japonesa (15.51 cm) se encuentra próximo al valor máximo registrado por dichos autores.

Romero (2019), al aplicar humus de lombriz a una dosis de 6 t ha⁻¹, obtuvo una longitud de raíz de 14.59 cm, mientras que la aplicación de estiércol descompuesto de cuy a la misma dosis produjo 14.45 cm. Estos resultados se sitúan dentro de un rango similar al obtenido en este estudio con la aplicación de broza de quinua a 3 t ha⁻¹ (14.40 cm).

Finalmente, Chillo (2024) registró una longitud de raíz de 16.25 cm en la variedad Larga Vida mediante la aplicación de gallinaza, con una dosis de 0.5 kg/m², valor que se aproxima al alcanzado en este estudio (17.11 cm) con la aplicación de broza de quinua a 6 t ha⁻¹.

3.2. Caracteres de rendimiento

3.2.1. Peso de la raíz por planta

Tabla 3.5

Análisis de varianza del peso de raíz por planta en variedades de zanahoria (Daucus carota L.), bajo efecto de niveles de broza de quinua. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho

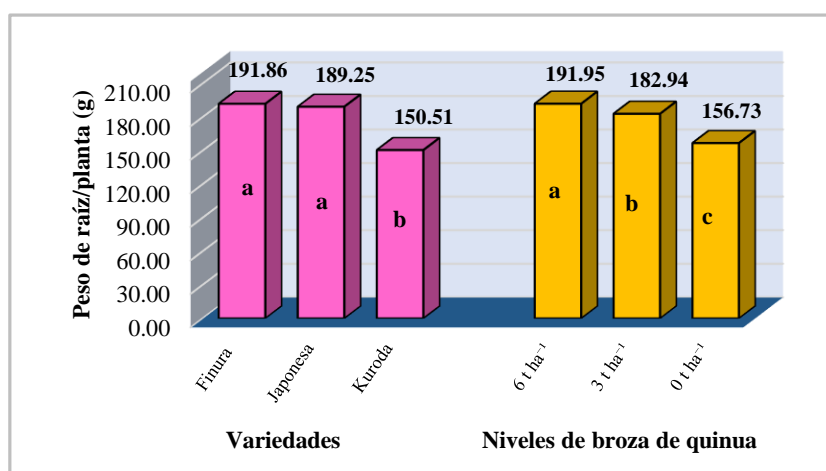
| F.V. | GL | SC | CM | Fc | p-valor |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Bloque | 2 | 52.80 | 26.40 | 0.92 | 0.4177 ns |
| Variedad (V) | 2 | 9652.64 | 4826.32 | 168.66 | <0.0001** |
| Broza de quinua (B) | 2 | 6026.28 | 3013.14 | 105.29 | <0.0001** |
| Interacción (V*B) | 4 | 278.12 | 69.53 | 2.43 | 0.0903 ns |
| Error | 16 | 457.86 | 28.62 | | |
| Total | 26 | | | | |

C.V (%) = 3.02

En la tabla 3.5, del análisis de varianza del peso de la raíz/planta, se muestra que existe alta significación estadística en los efectos principales correspondientes a variedad (V) y niveles de broza (B); por el contrario, en la interacción de estos dos factores (V x B) no existe significancia; lo cual demuestra que, los factores en estudio influyeron de manera independiente en la variable respuesta (peso de la raíz). No existe significancia en los bloques, por lo cual se constata que existe homogeneidad entre las repeticiones. Se registró un coeficiente de variación de 3.02 %, valor que indica buena precisión experimental y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Figura 3.5

Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales en el peso de raíz por planta del cultivo de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho



La figura 3.5, muestra la prueba de Tukey del peso de la raíz, donde se observa que las variedades Finura y Japonesa obtuvieron 191.86 g y 189.25 g, respectivamente, sin presentar diferencia estadística entre sí; con Kuroda se obtuvo 150.51 g, presentando así diferencia estadística significativa respecto a las otras dos variedades. En lo referente al efecto de los niveles de broza de quinua, los resultados presentan diferencias estadísticas en cada nivel: con 6 t ha⁻¹ se alcanzó el peso de raíz más alto con 191.95 g, seguido por 3 t ha⁻¹ que reportó 182.94 g, y por último con la ausencia de broza (0 t ha⁻¹) se obtuvo el peso más bajo, con 156.73 g.

Zebillano (2017) evaluó el efecto de abonos orgánicos en el rendimiento de zanahoria variedad Royal Chantenay, encontrando que el mayor peso promedio de raíz se obtuvo con la aplicación de guano de isla (120 g), seguido por gallinaza (110 g) y estiércol de ovino (100 g). De manera similar, Argamonte (2013), al evaluar niveles de guano de isla incubado en solución de microorganismos efectivos en la misma variedad, indicó que el mayor peso promedio de raíz se obtuvo con la aplicación de 2050 kg ha⁻¹ de guano de isla incubado durante 20 días, logrando 119.37 g. Asimismo, Barrientos (2014), al emplear diferentes dosis de biol en el cultivo de zanahoria variedad Royal Chantenay, encontró que el peso promedio de raíz varió entre 59.35 y 80.78 g, valores inferiores a los previamente citados. Finalmente, Chillo (2024) reportó que, con la aplicación de 0.5 kg/m² de gallinaza, la variedad Altiplano alcanzó 83.37 g, mientras que la variedad Larga Vida registró un valor superior con 106.03 g. Cabe señalar que los valores obtenidos por los autores mencionados resultan inferiores a los promedios reportados en la presente investigación, diferencia que podría estar asociada a la variedad utilizada, al tipo y dosis

de fertilización, así como las condiciones edafoclimáticas en el que se desarrollaron los ensayos.

3.2.2. Rendimiento de raíces por parcela

Tabla 3.6

Análisis de varianza del rendimiento de raíces por parcela en variedades de zanahoria (Daucus carota L.), bajo efecto de niveles de broza de quinua. Huatatas 2690, Ayacucho

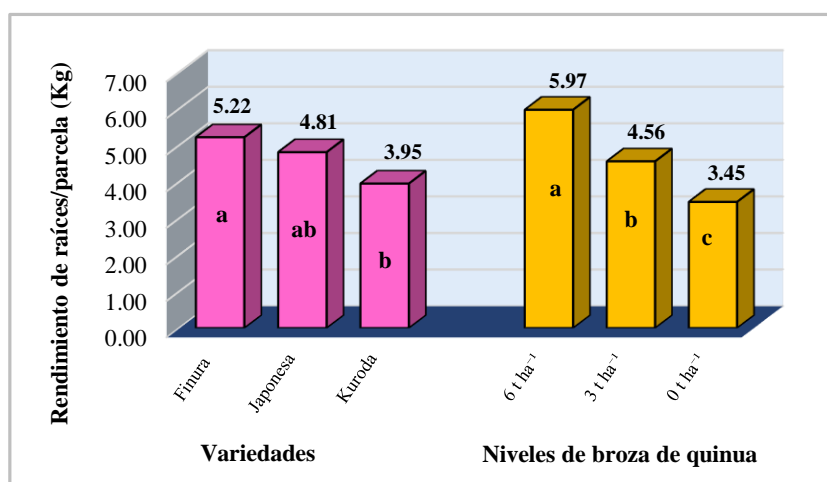
| F.V. | GL | SC | CM | Fc | p-valor |
|---------------------|----|-------|-------|-------|------------|
| Bloque | 2 | 0.63 | 0.32 | 0.62 | 0.5469 ns |
| Variedad (V) | 2 | 7.52 | 3.76 | 7.45 | 0.0052 ** |
| Broza de quinua (B) | 2 | 28.74 | 14.37 | 28.46 | <0.0001 ** |
| Interacción (V*B) | 4 | 1.02 | 0.26 | 0.50 | 0.7331 ns |
| Error | 16 | 8.08 | 0.51 | | |
| Total | 26 | 46.00 | | | |

C.V (%) = 15.25

La tabla 3.6 del análisis de varianza del rendimiento de raíces/parcela, muestra que, los efectos principales correspondientes a variedad (V) y niveles de broza de quinua (B) resultaron con alta significación estadística, excepto la interacción de estos dos factores (V x B). Por otro lado, no se presenta significancia en los bloques. El coeficiente de variación (15.25 %).

Figura 3.6

Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales en el rendimiento de raíces por parcela del cultivo de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho



De acuerdo con la comparación de medias del rendimiento de raíces por parcela (Figura 3.6), considerando el efecto de las variedades, la Finura y Japonesa obtuvieron mayores valores, con 5.22 kg y 4.81 kg respectivamente, sin presentar diferencia estadística entre sí. En cuanto al efecto de niveles de broza de quinua, con 6 t ha⁻¹ se alcanzó el mayor rendimiento promedio de raíces, con 5.97 kg, presentando diferencia estadística frente a

los demás niveles; con la aplicación de 3 t ha⁻¹ se obtuvo 4.56 kg y, con 0 t ha⁻¹ (ausencia de broza), el valor fue de 3.45 kg.

3.2.3. Rendimiento de raíces por hectárea

Tabla 3.7

Análisis de varianza del rendimiento de raíces por hectárea en variedades de zanahoria (Daucus carota L.), bajo efecto de niveles de broza de quinua. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho

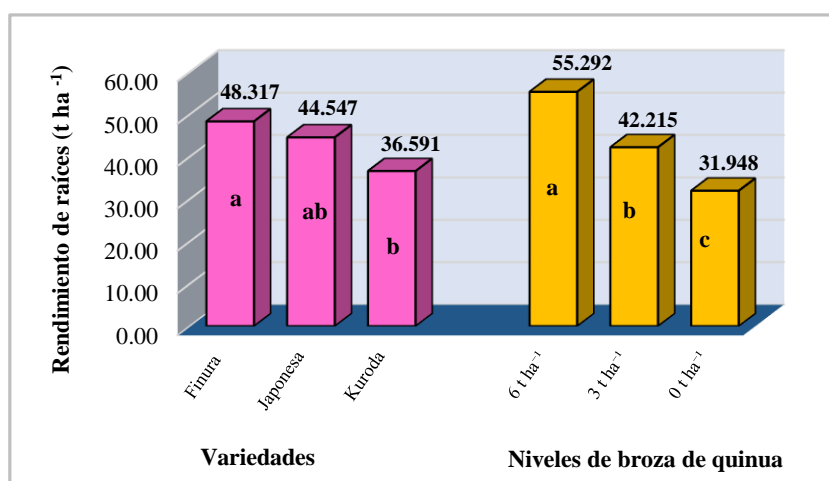
| F.V. | GL | SC | CM | Fc | p-valor |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Bloque | 2 | 54.27 | 27.14 | 0.63 | 0.5469 ns |
| Variedad (V) | 2 | 645.08 | 322.54 | 7.45 | 0.0052** |
| Broza de quinua (B) | 2 | 2464.15 | 1232.08 | 28.46 | <0.0001** |
| Interacción (V*B) | 4 | 87.35 | 21.84 | 0.50 | 0.7331ns |
| Variedad Finura | | | | | |
| R. Lineal | 1 | 1172.08 | 1172.08 | 27.07 | 0.0001 ** |
| R. Cuadrática | 1 | 18.77 | 18.77 | 0.43 | 0.5196 ns |
| Variedad Japonesa | | | | | |
| R. Lineal | 1 | 876.48 | 876.48 | 20.25 | 0.0004 ** |
| R. Cuadrática | 1 | 3.16 | 3.16 | 0.007 | 0.7906 ns |
| Variedad Kuroda | | | | | |
| R. Lineal | 1 | 480.99 | 480.99 | 11.11 | 0.0042 ** |
| R. Cuadrática | 1 | 0.02 | 0.02 | 5.1 E-04 | 0.9822 ns |
| Error | 16 | 692.66 | 43.29 | | |
| Total | 26 | 3943.51 | | | |

C.V (%) = 15.25

El análisis de varianza del rendimiento de raíces por hectárea (Tabla 3.7), evidencia diferencia altamente significativa en los efectos principales: variedad y broza de quinua. En contraste, la interacción de estos no mostró diferencia significativa. El coeficiente de variación fue 15.25 %. Por otro lado, el análisis de regresión indicó respuesta lineal con alta significancia en las tres variedades evaluadas: Finura, Japonesa y Kuroda.

Figura 3.7

Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales en el rendimiento de raíces por hectárea del cultivo de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho



En la figura 3.7 se muestra la comparación de medias de los efectos principales, donde la variedad Finura resultó con mayor rendimiento promedio de raíces (48.317 t ha⁻¹), pero sin diferencia estadística respecto a la variedad Japonesa (44.547 t ha⁻¹). En el caso de los niveles de broza, la aplicación de 6 t ha⁻¹ permitió obtener el mayor rendimiento promedio de raíces (55.292 t ha⁻¹), diferenciándose estadísticamente de los demás niveles.

Los resultados obtenidos por Gualancañay (2017), muestran que la variedad Finura alcanzó un rendimiento promedio de 42.17 t ha⁻¹, mientras que la variedad Japonesa registró 29.05 t ha⁻¹.

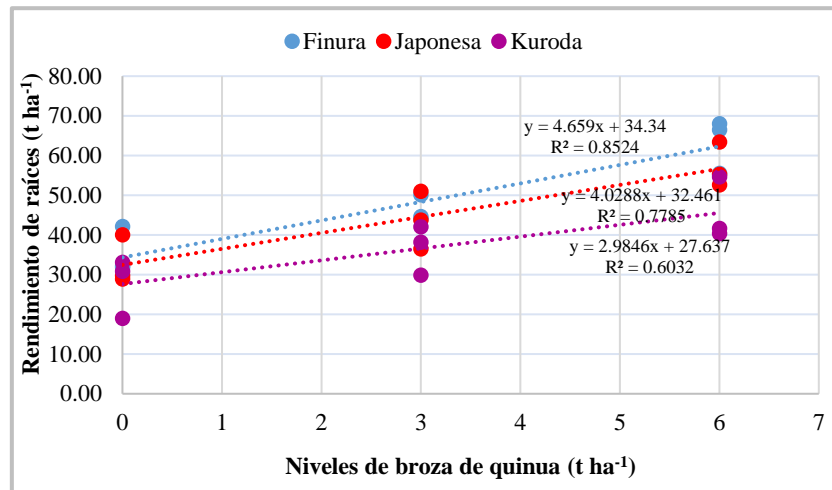
En estudios con otras variedades de zanahoria, Valverde (2016) reportó un rendimiento de raíz de 34.56 t ha⁻¹ en la variedad Royal Chantenay, mediante la aplicación de biol a una dosis de 3 m³ ha⁻¹. Asimismo, Leandro (2018), en su investigación sobre la adaptación y rendimiento de variedad Córdova, registró un valor de 73.95 t ha⁻¹. Estos resultados permiten observar cómo el rendimiento de raíces puede variar significativamente según la variedad, el tipo de fertilización y las condiciones de manejo agronómico.

El modelo de regresión del efecto de los niveles crecientes de broza de quinua sobre el rendimiento de raíces (Figura 3.8) se ajustó a un modelo lineal, con las siguientes ecuaciones: Finura, $Y = 4.659x + 34.34$; Japonesa, $Y = 4.0288x + 32.461$; y Kuroda, $Y = 2.9846x + 27.637$. Esto indica que, por cada tonelada por hectárea (t ha⁻¹) de este abono incorporado, el rendimiento de raíces se incrementa en 4.659, 4.0288 y 2.9846 t ha⁻¹, respectivamente. Es decir, conforme se incrementa la dosis aplicada, el rendimiento también aumenta.

No obstante, al tratarse de un modelo lineal basado en los niveles evaluados (0, 3 y 6 t ha⁻¹), el modelo no permite identificar un punto de inflexión. Por ello, el rendimiento de raíces en las tres variedades mostró un aumento progresivo hasta el nivel más alto de broza evaluado.

Figura 3.8

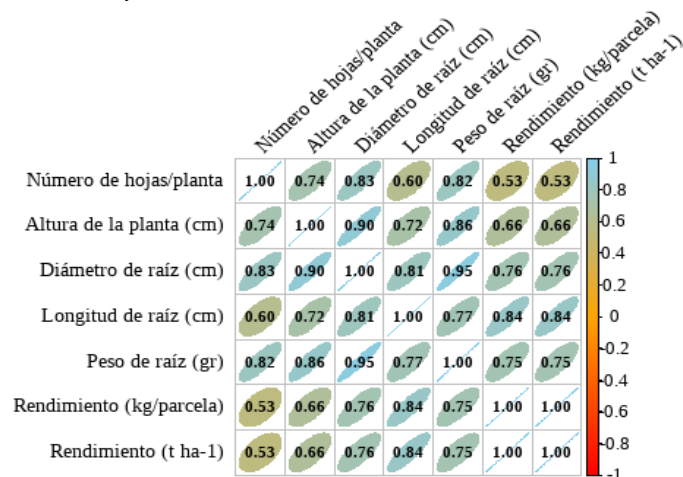
Modelo de regresión del efecto de los niveles de broza de quinua en el rendimiento de raíces de tres variedades de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho



3.3. Correlación estadística de las variables evaluadas

Figura 3.9

Matriz de correlación entre las variables evaluadas en tres variedades de zanahoria bajo el efecto de broza de quinua. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho



La matriz de correlación (Figura 3.9) muestra la relación entre las variables evaluadas en tres variedades de zanahoria bajo efecto de broza de quinua. Se observa que el rendimiento de raíces (kg/parcela y t ha⁻¹) presenta una correlación positiva con la longitud ($r = 0.84$), el diámetro ($r = 0.76$) y el peso de la raíz ($r = 0.75$), lo cual indica que

estas características son los principales determinantes en el rendimiento del cultivo. Asimismo, el diámetro mostró una correlación positiva fuerte con el peso de raíz ($r = 0.95$).

3.4. Análisis de la relación Beneficio/Costo (B/C)

Tabla 3.8

Relación B/C para cada uno de los tratamientos en el cultivo de zanahoria. Huatatas 2690 msnm, Ayacucho

| Trat. | Rdto (t ha ⁻¹) | Ingreso bruto (S/. ha) | Costo directo (S/. ha) | Costo indirecto (S/. ha) | Costo total (S/. ha) | Ingreso neto /Beneficio (S/. ha) | (B/C) |
|-------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------|--|-------|
| T1 | 35.361 | 34,830.69 | 12,219.16 | 925.34 | 13,144.50 | 21,686.19 | 1.65 |
| T2 | 46.275 | 46,274.69 | 14,096.58 | 1,206.76 | 15,303.34 | 30,971.35 | 2.02 |
| T3 | 63.315 | 64,897.69 | 16,107.78 | 1,347.54 | 17,455.33 | 47,442.36 | 2.72 |
| T4 | 32.880 | 31,235.65 | 12,184.73 | 922.93 | 13,107.66 | 18,127.98 | 1.38 |
| T5 | 43.710 | 42,617.13 | 14,109.63 | 1,207.67 | 15,317.31 | 27,299.82 | 1.78 |
| T6 | 57.052 | 58,478.78 | 15,859.89 | 1,330.19 | 17,190.09 | 41,288.69 | 2.40 |
| T7 | 27.602 | 23,075.15 | 9,165.06 | 711.55 | 9,876.61 | 13,198.53 | 1.34 |
| T8 | 36.660 | 30,941.46 | 10,986.80 | 989.08 | 11,975.88 | 18,965.58 | 1.58 |
| T9 | 45.509 | 39,046.94 | 12,452.27 | 1,091.66 | 13,543.93 | 25,503.02 | 1.88 |

Nota 1. Ver más detalles del ingreso bruto (precios y % de categorías) en el Anexo 3.

Nota 2. Si $B/C > 1$, es de condición positivo, lo que significa que es rentable, **se acepta**. Si $B/C = 1$, es de condición nulo, es decir, es indiferente, **se posterga**. Si $B/C < 1$, es de condición negativo, es decir, es no rentable, **se rechaza**.

La relación beneficio/costo (B/C) presentada en la Tabla 3.8 indica que todos los tratamientos evaluados resultaron económicamente rentables. El valor más alto de B/C se obtuvo en el tratamiento T3 (Variedad Finura con 6 t ha⁻¹ de broza de quinua), alcanzando 2.72, con un ingreso neto de S/. 47,442.36, lo que evidencia que este tratamiento generó el mayor retorno económico respecto a la inversión realizada. Le siguió el T6 (Variedad Japonesa con 6 t ha⁻¹ de broza de quinua), con una relación B/C de 2.40 y un ingreso neto de S/. 41,288.69. En ambos casos, la rentabilidad fue positiva, ya que por cada sol invertido se recupera S/. 2.72 en el T3 y S/. 2.40 en el T6, lo que representa un superávit de S/. 1.72 y S/. 1.40, respectivamente.

Estos resultados demuestran que la aplicación de 6 t ha⁻¹ de broza de quinua en las variedades Finura y Japonesa permite optimizar tanto el rendimiento como la rentabilidad del cultivo de zanahoria, bajo las condiciones de Huatatas.

CONCLUSIONES

1. Con la aplicación de broza de quinua se obtuvo una respuesta positiva en el rendimiento del cultivo de zanahoria, alcanzándose el mayor valor con la dosis de 6 t ha⁻¹, con 55.29 t ha⁻¹, seguido de 3 t ha⁻¹ con 42.22 t ha⁻¹.
2. Entre las variedades, Finura destacó por alcanzar los valores más altos en la mayoría de las variables evaluadas: 12.58 hojas/planta, 59.67 cm de longitud de hojas, 191.86 de peso de raíz por planta, 5.22 kg de rendimiento por parcela (1.08 m²) y 48.32 t ha⁻¹ de rendimiento por hectárea. Además, la interacción Finura x 6 t ha⁻¹ de broza de quinua registró el mayor diámetro de raíz con 4.90 cm, mientras que la variedad Japonesa sobresalió por su mayor longitud de raíz con 15.51 cm.
3. La relación Beneficio/Costo evidenció que todos los tratamientos resultaron rentables, donde destacaron T3 (Variedad Finura x 6 t ha⁻¹ de broza de quinua) y T6 (Variedad Japonesa x 6 t ha⁻¹ de broza de quinua), con 2.72 y 2.40 soles, respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Argamonte, G. (2013). *Niveles de guano de isla incubado en solución de microorganismos efectivos en el cultivo de zanahoria (Daucus carota L.) Pampa del Arco 2760 msnm. - Ayacucho* [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2009>
- Barrientos, E. (2014). *Utilización de diferentes dosis de biol en la producción de zanahoria (Daucus carota L.) en el distrito de Pisac - Cusco* [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/981>
- Chillo, C. (2024). *Evaluación del comportamiento productivo de dos variedades de zanahoria (Daucus carota L.) con diferentes niveles de abono orgánico en el centro experimental de Cota Cota* [Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/35777>
- Gualancañay, C. (2017). *Aclimatación de 10 variedades de zanahoria (Daucus carota L.), en la comunidad de Palacio Real, Parroquia Calpi, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <https://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/8179>
- Leandro, F. (2018). *Adaptación y rendimiento de cinco variedades de zanahoria (Daucus carota L.) en condiciones de Yanahuanca - Pasco* [Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/609>
- Maroto, J. V. (2002). *Horticultura Herbácea Especial* (Ed. Mundi-prensa).
- MIDAGRI. (2024). *Perfil productivo y competitivo de los principales cultivos del sector*. https://siea.midagri.gob.pe/siea_bi/

- Mollisaca, P., & Bonifacio, A. (2021). Rendimiento y análisis bromatológico de subproductos de trilla de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Kiphakiphani, La Paz - Bolivia. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 8(3), 59–65. <https://doi.org/10.53287/VJFZ8823IN19B>
- Pardo, A. (2025). *Biol en la producción de zanahoria (Daucus carota) cv. Japonesa en condiciones de Lurín* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/6908>
- Romero, W. (2019). *Comportamiento de cultivares y abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de zanahoria (Daucus carota L.) en Muycan - Santiago de Chuco - La Libertad* [Universidad José Carlos Mariátegui]. <https://hdl.handle.net/20.500.12819/732>
- Suasnabar, C., & Torres, G. (2022). *Fitosanidad del cultivo de zanahoria*. Universidad Nacional del Centro del Perú. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/8083/03-Machote%20Fitosanidad%20del%20cultivo%20de%20zanahoria.pdf>
- Surbhi, S., Verma, R., Deepak, R., Jain, H., & Yadav, K. (2018). *Revisión: Alimentos, composición química y utilización de pulpa de zanahoria (Daucus carota L.)*. 3(2921–2926). <https://www.chemijournal.com/archives/2018/vol6issue3/PartAQ/6-3-251-322.pdf>
- Valerio, E., & Medina, S. (2024). *Efecto de dos bioestimulantes líquidos a base de residuos de pescado y algas marinas en rendimiento de zanahoria (Daucus carota), Santa* [Universidad Nacional del Santa]. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4665>
- Valverde, R. (2016). *Efecto de la fertilización química y biofertilización biol en la producción del cultivo de zanahoria (Daucus carota L.) Var. Royal Chantenay* [Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/2842>
- Vilchez, J. (2018). *Introducción de cinco híbridos de zanahoria (Daucus carota L.) en condiciones de Huayao - Chupaca* [Universidad Nacional del Centro del Perú]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5128>
- Zebillano, M. (2017). *Los abonos orgánicos y el rendimiento de zanahoria (Daucus carota L.) en condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco* [Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco]. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/4382>