

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS:

**Formas de siembra en el rendimiento de dos variedades de
zanahoria (*Daucus carota* L.) Huatatas, Ayacucho - 2024**

Para optar el título profesional de:

INGENIERA AGRÓNOMA

PRESENTADO POR:

Bach. Heidy Noemi AGUILAR ROMANI

ASESOR:

Ing. Edgar TENORIO MANCILLA

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

*Toda la gloria y la honra sea para
Dios, por darme sabiduría e inteligencia;
las cuales hicieron que sea más sabio cada
día en un mundo de competencias.*

*A mis padres por su amor incondicional; que
día a día se esforzaron por apoyarme constantemente
en cada paso de mi camino, por su paciencia y
sacrificio que hicieron posible este logro.*

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, alma mater en mi formación académico, a la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela Profesional de Agronomía.

A los maestros quienes me impartieron sus conocimientos de manera incondicional para mi formación profesional, en especial al Ing. Edgar Tenorio Mancilla, por el apoyo y asesoramiento en la materialización de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	3
INTRODUCCIÓN.....	4
1. CAPÍTULO I.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
1.1. Antecedentes.....	6
1.2. Cultivo de zanahoria (<i>Daucus carota</i> L.).....	7
1.2.1. Origen, distribución y generalidades.....	7
1.2.2. Taxonomía.....	8
1.2.3. Descripción botánica.....	8
1.2.4. Requerimiento edafoclimático.....	11
1.2.5. Manejo agronómico.....	11
1.2.5.1. Siembra.....	11
1.2.5.2. Raleo.....	11
1.2.5.3. Abonamiento.....	11
1.2.5.4. Riego.....	12
1.2.5.5. Plagas y enfermedades.....	12
1.2.5.6. Cosecha.....	13
1.2.6. Variedades de zanahoria empleada.....	13
1.3. Abonamiento orgánico.....	15
1.3.1. Fuentes.....	15

1.4. Formas de siembra en la horticultura.....	16
CAPÍTULO II.....	17
METODOLOGÍA.....	17
2.1. Ubicación del experimento	17
2.1.1. Ubicación política	17
2.1.2. Ubicación geográfica	17
2.1.3. Ubicación ecológica.....	17
2.2. Antecedentes del terreno.....	19
2.3. Condiciones climáticas	19
2.4. Características físicoquímico del suelo.....	20
2.5. Material vegetal	21
2.6. Tratamientos	21
2.7. Diseño experimental	21
2.8. Características del diseño y las unidades experimentales.....	22
2.9. Análisis estadístico	23
2.10. Materiales y herramientas empleados	23
2.11. Instalación y manejo del experimento.....	23
2.12. Métodos y criterios de evaluación.....	¡Error! Marcador no definido.
2.12.1. Factores de productividad.....	¡Error! Marcador no definido.
2.13. Merito económico	17
CAPÍTULO III	18
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
3.1. Análisis de variables de respuesta	18
3.1.1. Altura de la planta.....	18
3.1.2. Diámetro de la raíz.....	19
3.1.3. Longitud de la raíz	20
3.1.4. Peso promedio de la raíz	21

3.1.5.	Rendimiento.....	22
3.1.6.	Correlación de las variables.....	25
3.2.	Análisis de rentabilidad económica	27
3.2.1.	Rentabilidad económica.....	27
CONCLUSIONES.....		35
RECOMENDACIONES		36
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		37
ANEXO		42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. <i>Balance hídrico del registro de datos meteorológicos (T° max, min, media, precipitación, y humedad relativa) campaña agrícola 2022 – 2023, Ayacucho – Huamanga.....</i>	19
Tabla 2.2. <i>Características físicoquímico del suelo experimental – Valle Huatatas.....</i>	20
Tabla 2.3. <i>Se describen los tratamientos aplicados en este trabajo de investigación.....</i>	21
Tabla 2.4. <i>Descripción de las características de las unidades experimentales (UE); bajo condiciones de Valle de Huatatas – Ayacucho.....</i>	22
Tabla 3.1. <i>Análisis de varianza del efecto variedades y formas de siembra en la altura de planta, en la zanahoria (Daucus carota L.).</i>	18
Tabla 3.2. <i>Análisis de varianza del efecto variedades y formas de siembra en el diámetro de raíz, en la zanahoria (Daucus carota L.)</i>	19
Tabla 3.3. <i>Análisis de varianza del efecto variedades y formas de siembra en la longitud de raíz, en la zanahoria (Daucus carota L.)</i>	21
Tabla 3.4. <i>Análisis de varianza del efecto variedades y formas de siembra en el peso de la raíz, en la zanahoria (Daucus carota L.)</i>	21
Tabla 3.5. <i>Análisis de varianza del efecto variedades y formas de siembra en el rendimiento, en la zanahoria (Daucus carota L.), según categorías 1ra, 2da y 3ra.</i>	22
Tabla 3.6. <i>Análisis de varianza del efecto variedades y formas de siembra en el rendimiento total en zanahoria (Daucus carota L.)</i>	23
Tabla 3.7. <i>Análisis de la rentabilidad económica por cada tratamiento bajo el efecto de variedades y formas de siembra, en la zanahoria (Daucus carota L.)</i>	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Partes de la anatomía de la raíz mediante un corte transversal, adaptado por Saavedra (2022).	9
Figura 1.2. Morfología de la raíz de zanahoria según la variedad. Fuente: adaptación de Saavedra (2022).	9
Figura 1.3. Característica de la zanahoria Kuroda.	14
Figura 2.1. Mapa de ubicación del Valle de Huatatas. Elaborado en ArcGIS 10.5., a partir de las cartas nacionales de GEOGPSERÚ e imagen satelital de SASplanet.	18
Figura 2.2. Climograma de la T° máxima, mínima, media, precipitación y el balance hídrico, campaña 2022 – 2023, Ayacucho – Huamanga.	20
Figura 2.3. Representación gráfica de diseño experimental, su aleatorización y las dimensiones correspondientes.	22
Figura 3.1. Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) del diámetro de la raíz bajo el efecto principal de las variedades.	20
Figura 3.2. Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) en el rendimiento ($t\ ha^{-1}$) bajo el efecto simple de las variedades y formas de siembra.	24
Figura 3.3. Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) del rendimiento total de zanahoria bajo el efecto simple formas de siembra en cada variedad.	25
Figura 3.4. Coeficientes o valores de correlación Pearson de las variables evaluadas.	26

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Datos crudos de altura de hoja, diámetro de raíz, longitud de raíz, peso de raíz y rendimientos.</i>	43
Anexo 2. <i>Estimación de costo de presupuesto para cada tratamiento</i>	46
Anexo 3. <i>Resultado de análisis del suelo experimental</i>	50
Anexo 4. Paneles fotográficos del proceso de elaboración de la tesis	51

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en Santiago de Huatatas, distrito Tambillo y provincia Huamanga. Con el objetivo de evaluar las formas de siembra en el rendimiento de dos variedades de zanahoria, bajo las condiciones de la localidad de Huatatas – Ayacucho; Se evaluaron 5 caracteres agronómicos cuantitativos como altura de planta, diámetro de raíz, longitud de raíz, peso promedio de la raíz y rendimiento (kg/ha). Se utilizó el Diseño de Bloques Completos Randomizado (DBCR), con arreglo factorial de dos variedades (Imperial y Kuruda) y dos formas de siembra (Surco y voleo); los que nos dio 4 tratamientos manejados con 3 repeticiones. En análisis de los resultados, las variables de altura de planta, longitud de raíz y peso de raíz, no mostraron diferencias significativas estadísticamente entre variedades ni en formas de siembra. En diámetro de raíz, se encontró influencias significativas de las variedades, siendo imperial superior respecto a kuruda. En rendimiento por categorías (primera, segunda y tercera), no se han encontrados diferencias estadísticas ni en el efecto de las variedades y formas de siembra. No obstante, en el rendimiento total se encontró efecto positivo, destacando la interacción de los factores, en este caso, la combinación de la variedad Imperial F1 y la siembra al voleo alcanzó el mayor rendimiento (124.5 t ha^{-1}), superando a la variedad Kuroda en un 27.71 %. En Análisis económico, el tratamiento T3 (variedad Imperial F1 + forma de siembra al voleo) presentó el mayor porcentaje de rentabilidad, con un valor de 415.8% y beneficio costo (B/C) (4.16). Estos resultados evidencian que, bajo las condiciones evaluadas, el tratamiento T3 no solo fue el más eficiente en términos productivos, sino también el más rentable económicamente

Palabras clave: Formas de siembra, variedades, rentabilidad, Zanahoria.

INTRODUCCIÓN

La zanahoria (*Daucus carota* L.) forma parte de las hortalizas con alto valor nutritivo y también en el aspecto económico, donde, cuya producción es indispensable para satisfacer las necesidades alimenticias (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021; Brown, 2017). La zanahoria es uno de los 10 cultivos más producidos a nivel global, con un área de producción de 1.12 millones de hectáreas. La zanahoria, forma parte de la dieta humana, incluso para los animales; la concentración de las propiedades nutricionales (carotenoides, azúcares libres, etc.) son propiedades potenciales para la salud (Bhandari et al., 2022). Mediante una comparación entre la producción convencional y orgánico; bajo el tratamiento orgánico, encontraron un 14.5% más de rendimiento comercializable, 14.1% menos en contenido de nitrato, 10% más en contenido de vitamina C. esto demuestra que las fuentes orgánicas como formas alternativas de producción influyen sobre la calidad de zanahoria (Bender et al., 2020).

No obstante, en la actualidad persisten problemáticas tanto técnicas y productivas que reducen el rendimiento y también la calidad comercial de zanahoria, son muchos los factores que influyen como: variabilidad en la emergencia, en desarrollo tamaño radicular, respuestas varietales, etc. manejo (Gómez, Fernández & Castro, 2020; Koukounaras, Siomos & Sfakiotakis, 2020). La elección de formas de siembra es esencial, y cuando se elige de forma inadecuada puede influir en formación de raíces (mal formaciones como bifurcaciones), baja uniformidad, categorías comerciales de baja calidad y, todo ello afecta a la calidad comercial y ingresos económicos (Gómez et al., 2020; Resende, Yuri & Souza, 2021). Las respuestas de las variedades son variables, por lo que la elección es fundamental, estas características condicionan rasgos morfológicos. En este sentido, comparar variedades es fundamental e indispensable para poder recomendarlas con datos contrastadas a nivel local (Bhandari et al., 2022; Richmond-Zumbado & Méndez-Soto, 2010).

Ante este problema, las formas de siembra constituyen una alternativa de manejo simple, pero de alto impacto en la distribución de las semillas, competencias intra e interespecífica y, por ende, estos repercuten en el rendimiento y calidad (Li, Wang & Zhang, 2022; Gómez, López & Díaz, 2020). Estudios recientes muestran que la interacción genotipo por formas de siembra puede ser determinante: ciertas variedades presentan heterosis y mejor respuesta en formas que favorecen espaciamiento y menor competencia, mientras que otras son menos sensibles a las formas de siembra (Rodríguez-Pérez, García & López, 2023). Además, la elección combinada de variedad y formas de siembra repercute en la rentabilidad del cultivo, por lo que es necesario evaluar tanto los efectos agronómicos como económicos de dichas prácticas en condiciones locales (López et al., 2022; Martínez et al., 2021).

En función de las aseveraciones anteriores, en Ayacucho el cultivo de zanahoria es muy importante para su consumo culinario y se considera que tiene un importante valor nutritivo y económico para los horticultores, tanto es así que en nuestra región contamos con diferentes nichos ecológicos aptos para el cultivo de zanahoria. Sin embargo, el escaso conocimiento de las bondades que poseen las diferentes formas de siembra, los niveles de materia orgánica en diferentes variedades, permitirán la optimización de un mayor rendimiento de zanahoria. Como consecuencia, el poco conocimiento de los horticultores de nuestra región en cuanto a las formas de siembra en el campo de cultivo hace necesario la ejecución del experimento con la finalidad de aportar conocimientos que optimicen los recursos para un manejo adecuado y rentable. Este trabajo de investigación servirá a los productores horticultores como fuente de consulta, asimismo, a los profesionales como antecedente para seguir indagando a favor de la seguridad alimentaria inocua.

Objetivos generales:

Evaluar las formas de siembra en el rendimiento de dos variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.) Huatatas, Ayacucho - 2024.

Objetivos específicos:

1. Comparar las formas de siembra en el rendimiento de zanahoria (*Daucus carota* L.)
2. Comparar las dos variedades en el rendimiento de zanahoria (*Daucus carota* L.)
3. Efectuar el análisis de costo beneficio de los tratamientos

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Richmond-Zumbado y Méndez-Soto (2010), evaluaron rendimiento en doce híbridos de zanahoria en condiciones de Costa Rica. Emplearon el diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, la unidad experimental (UE) fue de 4x0.9 m, en la que manejaron en 14 hileras por cada UE, espaciados por 28 cm. Las variables evaluadas fueron: número de raíces total, comercializable y descartes. Como resultado, reportaron que el híbrido Napoli F1 tuvo mayor número de raíces (353,75), híbrido Sirkana tuvo raíces comercializables en mayor cantidad (210,25); asimismo, estos mismos híbridos tuvieron raíces desechables en mayor volumen.

Alejo (2020), evaluó la productividad de tres variedades de zanahoria (roja, rojo rosácea y chantenay) bajo condiciones de invernadero y campo abierto, La Paz, Bolivia. Evaluaron seis tratamientos en diseño de bloques completos al azar, los cuales consistían en la interacción entre ambiente y variedades (3 variedades x 2 ambientes); las unidades experimentales consistieron en camas de 1.33 m² con hileras separadas de 15 cm. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de emergencia, altura de follaje, peso de la raíz, rendimiento; finalmente, el beneficio económico. Como resultado, reportó que la variedad chatenay alcanzó emergencia al 100%, la morada alcanzó 37.08 cm de altura de follaje y 43.90 g en peso de raíz. En beneficio económico, se encontró que con la variedad morada se obtuvo mejor ganancia.

Yance (2018), ubicada en el Km 8,0 de la vía Mata de Cacao, parroquia Febres Cordero, Cantón Babahoyo, evaluó rendimiento de dos variedades de zanahoria (japonesa y nantes) influenciado por distintas densidades de siembra en hileras y al voleo (testigo), los tratamientos estuvieron conformados por las 2 variedades de zanahoria y los subtratamientos por distintas densidades de siembra (6 densidades, más uno testigo al

voleo), instalados en diseño de parcelas divididas con 3 repeticiones. Las variables evaluadas fueron: la altura de planta, longitud del fruto, diámetro del fruto, peso del fruto, rendimiento, análisis económico. Como resultado, reportó que la variedad nantes alcanzó mayor rendimiento para todos los variables para distanciamiento de 25x50 cm.

Cofre-Santos y Saltos-Espín (2018), evaluaron en rendimiento de *Daucus carota* L., en dos sistemas de producción (orgánico y convencional) en condiciones de Cotopaxi, Ecuador, emplearon el diseño experimental bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en la que evaluaron tres tratamientos. Las unidades experimentales fueron camas de 5x5 m, con camino de 1.0 m entre ellas. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, incidencia de pulgón, incidencia de enfermedades, diámetro (entre ancho de hombro y mitad de raíz), longitud de raíz, rendimiento; asimismo, evaluaron el análisis económico. Como resultado, reportaron que un rendimiento de 14.81 t ha⁻¹ y 16.11 t ha⁻¹, para el sistema orgánico y convencional, respectivamente. En el análisis económico reportaron que la mejor tasa B/C se obtuvo en sistema orgánico con 4.30.

(Mayeva, 2023) evaluaron el potencial agronómico de cuatro cultivares de zanahoria (*Daucus carota* L.) Imperial (T3), Japonesa (T4), Red Cored (T2) y Royal Chantenay (T1) en las condiciones particulares de Cayhuayna, Pillco Marca, Huánuco. Para ello, Como resultado. En cuanto al rendimiento, se observaron diferencias significativas en el peso de las raíces, donde Japonesa (170,74 g) e Imperial (169,87 g) destacaron frente a Red Cored (111,57 g) y Royal Chantenay (146,26 g). Sin embargo, otras variables como el diámetro medio y total de la raíz no mostraron diferencias. La longitud de la raíz presentó una variación significativa, siendo mayor en Imperial (15,68 cm), seguida por Japonesa (15,00 cm), Royal Chantenay (14,60 cm), y Red Cored (12,19 cm).

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

1.2.1. Origen, distribución y generalidades

El cultivo de zanahoria forma parte de la familia de umbelíferas (forma de inflorescencia), su distribución es muy amplia, su origen se atribuye a Europa y Asia; predominantemente se cultiva en regiones templadas. La variedad cultivada es bianual, donde el primer llega a formar una roseta de hojas primorosamente divididas, asimismo, acumula reservas de nutrientes en la raíz. Su raíz comestible se desarrolla durante el periodo fenológico, es de consistencia carnosa, por lo que se cosecha durante el primer año para su consumo de esta hortaliza (Maroto, 1995, citado por Díaz, 2021).

Se considera a Asia como mayor productor de zanahoria, luego a Europa y Estados Unidos. La producción nacional promedio es 25.2 t/ha, existe un aproximado de 7 617 hectáreas de superficie cultivada, un volumen de producción nacional de 192 126 toneladas, un precio promedio de 0.63 soles hasta el año 2020. Las regiones con mayor producción son: Arequipa (43.9%), Lima (22.9%), Junín (12.9%), cusco (4.4%) y La libertad (4.1%); en global, estas regiones producen 88.6%. En el Perú el per cápita estimado para este cultivo es 6.8 kg (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego del Perú [MIDAGRI], 2021).

1.2.2. Taxonomía

Reino	: plantae
División	: Magnoliophyta (Angiospermas)
Clase	: Magnoliopsida (Dicotiledóneas)
Subclase	: Rosidae
Orden	: Apiales
Familia	: Apiaceae (Umbelíferas)
Género	: Daucus
Especie	: <i>Daucus carota</i> L.

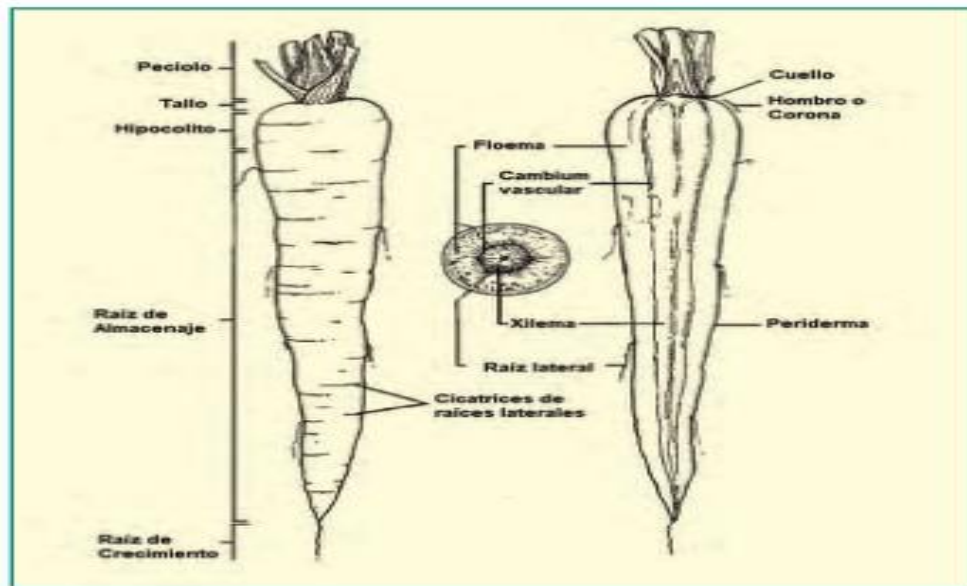
Fuente: (Cronquist, 1981, citado por Arthur, 2018).

1.2.3. Descripción botánica

a. Raíz

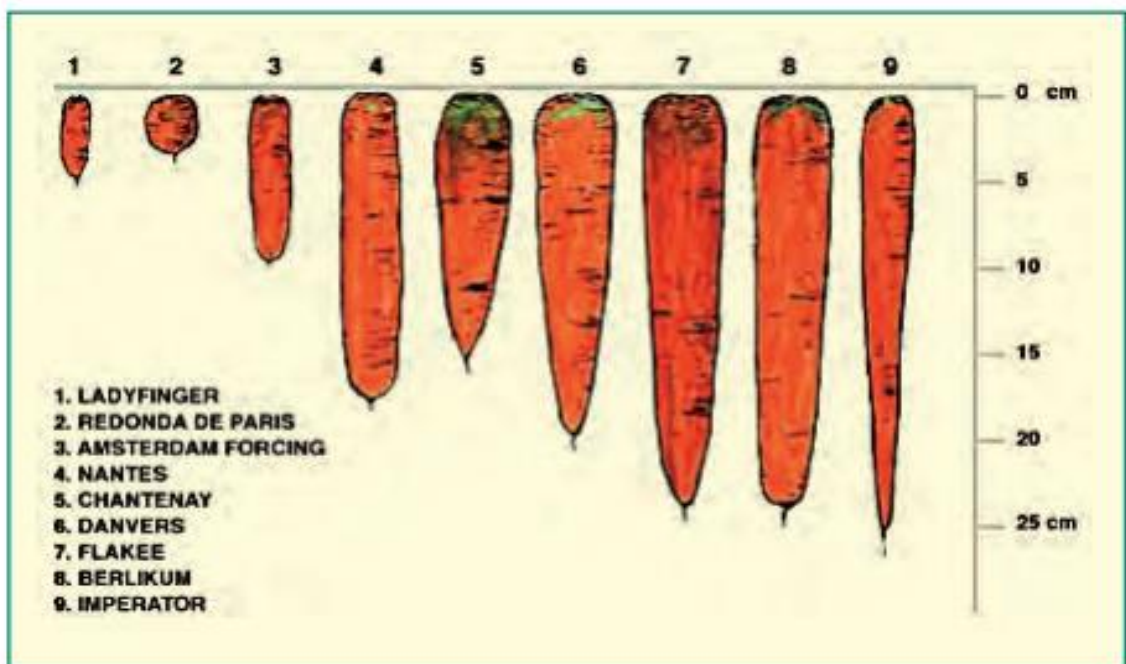
La raíz principal es la parte comestible, de tamaño variable para cada variedad que puede medir entre 10 a 30 cm. Su morfología general se puede presentarse en forma cónica o cilíndrica, su extremo inferior con forma de romo o puntiaguda. Mediante un corte transversal, se pueden observar sus partes como: peridermis, corteza, floema, cambium, cilindro de la parte intermedia o central y xilema. Su pigmentación anaranjado es directamente proporcional a la concentración del compuesto caroteno (González et al., 2010). Las raíces secundarias son las que se encargan de la absorción de sales y minerales (Morales, 1995). La raíz tiene consistencia carnosa y compacta, almacena almidón, caroteno, azúcar, tiamina, riboflavina (Carranza, 2006, p. 24).

Figura 1.1. Partes de la anatomía de la raíz mediante un corte transversal, adaptado por Saavedra (2022).



La zanahoria tiene muchos tipos de raíces, incluidos el tamaño, la forma y la punta de la raíz. Cada tipo tiene sus propias características de uso, algunos se utilizan para consumo en fresco, mientras que otros se utilizan en la industria agroprocesadora (Figura 1.2).

Figura 1.2. Morfología de la raíz de zanahoria según la variedad. Fuente: adaptación de Saavedra (2022).



b. Tallo

Se presenta en forma de un pequeño disco, ubicado en la parte superior de la raíz (González et al., 2010).

c. Tallo floral

Alcanza una altura entre 1 cm a 1.5 m, crece a partir de la yema central de la corona (González et al., 2010). Es ramificado, aparece después de la inducción floral (Morales, 1995).

d. Hojas

Su disposición es en forma espiral, presenta lámina dividida en segmentos angostas, son serbi o tripinatisectas, estos se presentan en forma de rosetas de 7 a 13 (González et al., 2010). Los peciolos son largos y acanalado (Morales, 1995). Las hojas llegan a medir de 25 a 40 cm de largo (Carranza, 2006, p. 24)

e. Semillas

Es de color marrón, aplanada de un lado y por el lado opuesto convexa. Esta semilla requiere una temperatura en el intervalo de 4.5 °C a 35 °C, donde se considera como óptimo a 27 °C (González et al., 2010). En condiciones óptimas de almacenamiento pueden mantener su viabilidad entre 3 a 5 años (Morales, 1995).

f. Flores

Las flores son blancas excepto por el color rosa o morado en el centro de cada umbela. Cada flor consta de cinco pétalos, cinco estambres y dos pistilos y es hermafrodita, pero en ocasiones puede haber flores masculinas y femeninas, y las inflorescencias se recogen en umbelas compuestas subglobosas (Morales, 1995).

g. Inflorescencia

Se presenta en forma de umbela con flores blancos, esto se compone de umbela primaria (tallo principal), umbela secundaria formada por ramificaciones del vástago; estas ramificaciones alcanzan hasta séptimo orden. Las umbelas del primer orden alcanzan un diámetro de 15 cm, este tamaño disminuye a medida que incrementa el orden de las umbelas (González et al., 2010).

h. Fruto

Es de tipo esquizocarpo o llamado también como diaquenio, cuando maduran sus mericarpios se separan y cada uno de ellos constituyen semilla (González et al., 2010).

1.2.4. Requerimiento edafoclimático

La zanahoria se caracteriza por su rusticidad, sin embargo, alcanza rendimientos máximos en climas templados y semi templados. Para su etapa de crecimiento tolera temperatura mínima de 9 °C y un óptimo de 16 a 18 °C; mientras, las temperaturas por encima de los 30°, ocasionan alteraciones fisiológicas (Lardizábal, 2013).

En cuanto se refiera al suelo, este cultivo prefiere texturas francas y franco-arenosas, con contenido de materia orgánica rico, áreas drenadas. El pH óptimo se considera entre 5.5 y 7.0 (Lardizábal, 2013). El suelo compacto y pesado produce raíces fibrosas con menos peso, diámetro y longitud, lo que también aumenta el riesgo de pudrición. El suelo rocoso puede hacer que las raíces se deformen o se bifurquen, mientras que el suelo con demasiada materia orgánica puede hacer que las raíces se ablanden (Carranza, 2006, p. 27).

1.2.5. Manejo agronómico

1.2.5.1. Siembra

Por lo general, necesita entre 1 y 1,2 millones de semillas por una hectárea; pero varía según las dimensiones de la cama y el número de filas. Para efectos prácticos se utiliza el parámetro 30 semillas por hilera. La siembra se realiza manualmente, pero también se puede utilizar una sembradora. Por lo general, se cava un surco de unos tres centímetros de profundidad, se colocan las semillas y luego se cubre; la densidad ideal final de zanahorias es de 400 000 a 540 000 plantas para una hectárea, la principal razón de emplear semillas de 1 a 1,2 millones es para garantizar la población final deseada (Lardizábal, 2013).

1.2.5.2. Raleo

Es una actividad que consiste en reducir la densidad eliminando las plántulas para evitar la competencia nutricional y de la luz (Morales, 1995).

1.2.5.3. Abonamiento

La fertilización debe estar fundamentado según el análisis de suelo, de esta manera se debe establecer o formular plan de abonamiento para la campaña. El análisis de fertilidad de suelo permite deducir gastos innecesarios, porque sin ello no se sabría las dosificaciones

a aplicar. Este cultivo es exigente en potasio, seguido por el nitrógeno (N) y fósforo (P) (Morales, 1995). Se sugiere un nivel de abonamiento de 150-180 kg N, 180-200 kg P₂O₅, 200-250 kg K₂O por hectárea (Saavedra, 2022, p. 275)

1.2.5.4. Riego

Requiere un riego mínimo entre 400 y 800 mm al año (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015). Las zanahorias necesitan un suministro constante de agua durante la temporada de crecimiento. La frecuencia de riego depende del tipo de suelo, la estación y la variedad. El riego debe detenerse 2-3 semanas antes de la cosecha para mejorar el color y la dulzura. La presión del agua puede causar que las raíces se agrieten (distorsión), mientras que el riego excesivo puede hacer que las zanahorias se vuelvan deformes, cortas, de color pálido y excesivamente peludas (Autoridad de Agricultura y Alimentos [AFA], 2023).

1.2.5.5. Plagas y enfermedades

a. Plagas

- ✓ **Gallina ciega (*Pyilophaga* sp.).** se considera plaga de importancia para esta hortaliza y otros. Para su control se recomienda mantener al cultivo libre de arvenses, exposición al sol mediante laboreo (Lardizábal, 2013).
- ✓ **Diabrotica (*Diabrotica* sp.).** Estos insectos masticadores tienen incidencia en las primeras etapas de desarrollo del cultivo. Para su control se recomienda mantener al cultivo libre de arvenses, monitoreo constante (Lardizábal, 2013).
- ✓ **Nematodos (*Meloydogine* sp.).** Es problema muy común, sobre todo en suelos que tienen bajo contenido de materia orgánica. Ocasionan malformaciones de las raíces generando pérdida de calidad (Lardizábal, 2013).

b. Enfermedades

- ✓ **Mal de talluelo (*Damping off*).** Es conformado por complejo de *Pythium*, *Fusarium*, *Rizoctonia* y *Verticillum*. Genera pérdida de plántulas en las primeras etapas de crecimiento. Como alternativa de control se recomienda realizar adecuadamente el riego, aplicación de biofungicidas, dosificación adecuada de nitrógeno (Lardizábal, 2013).
- ✓ **Quemazón de las hojas (*Alternaria* sp.).** Generan pérdidas fuertes, ocasiona síntomas de apariencia tipo quemaduras (Lardizábal, 2013).

- ✓ **Mildeu polvoso.** Suele ocasionar problemas en altas concentraciones de humedad, se puede observar signos del patógeno unos polvillos blancos sobre las hojas (Lardizábal, 2013).

1.2.5.6. Cosecha

El cultivo de zanahoria no tiene estado de madurez definido, es variable de acuerdo a la variedad, el uso, precios del mercado, etc., sin embargo, se cosecha generalmente antes de que este llegue a su tamaño máximo potencial. El retraso de su cosecha ocasiona aumento de tamaño y peso, pero disminuye calidad, sus tejidos se vuelven fibrosos, se altera su textura y sabor (Saavedra, 2022, p.281).

1.2.6. Variedades de zanahoria empleada

a. Zanahoria imperial F1

El tallo de la planta es delgado, tipo Royal Chantenay, fuertemente desarrollado, raíz naranja brillante de 15 a 20 cm, resistente a enfermedades como *Fusarium*, *Sclerotinia* y oídio. Su precocidad comprende de 100 a 150 días después de la siembra (DDS). Para una hectárea se emplea hasta 4kg de semilla (Alabama, 2015). Se adapta entre 1800 – 2800 msnm., alcanza un peso promedio de 160g y tiene un rendimiento experimental de 80 t/ha (AGROACTIVO, 2023).

b. Zanahoria kuroda

Su origen es Japón, en 2004 fue criaron a partir de la variedad francesa shantane. Se considera una verdura antiinflamatorio, antiséptico y cicatrizante por su composición química; en un 100g de esta variedad contiene 20mg de caroteno, 5g de azúcar y 10g de materia seca. La cosecha se realiza en dos meses y medio aproximadamente, dependiendo del clima, su rendimiento puede variar de 23 a 42 t/ha. El tamaño de raíz alcanza entre 15 a 18 cm, peso de 90 a 160g, presenta (<https://acortar.link/rfEegd>).

Figura 1.3. *Característica de la zanahoria Kuroda.*



Fuente: (<https://acortar.link/rfEegd>).

1.3. Importancia de selección varietal y formas de siembra

En la actualidad persisten problemáticas tanto técnicas y productivas que reducen el rendimiento y también la calidad comercial de zanahoria, son muchos los factores que influyen como: variabilidad en la emergencia, en desarrollo tamaño radicular, respuestas varietales, etc. manejo (Gómez, Fernández & Castro, 2020; Koukounaras, Siomos & Sfakiotakis, 2020). La elección de formas de siembra es esencial, y cuando se elige de forma inadecuada puede influir en formación de raíces (mal formaciones como bifurcaciones), baja uniformidad, categorías comerciales de baja calidad y, todo ello afecta a la calidad comercial y ingresos económicos (Gómez et al., 2020; Resende, Yuri & Souza, 2021). Las respuestas de las variedades son variables, por lo que la elección es fundamental, estas características condicionan rasgos morfológicos. En este sentido, comparara variedades es fundamental e indispensable para poder recomendarlas con datos contrastadas a nivel local (Bhandari et al., 2022; Richmond-Zumbado & Méndez-Soto, 2010).

Las formas de siembra constituyen una alternativa de manejo simple, pero de alto impacto en la distribución de las semillas, competencias intra e interespecífica y, por ende, estos repercuten en el rendimiento y calidad (Li, Wang & Zhang, 2022; Gómez, López & Díaz, 2020). Estudios recientes muestran que la interacción genotipo por formas de siembra puede ser determinante: ciertas variedades presentan heterosis y mejor respuesta en formas que favorecen espaciamiento y menor competencia, mientras que otras son menos sensibles

a las formas de siembra (Rodríguez-Pérez, García & López, 2023). Además, la elección combinada de variedad y formas de siembra repercute en la rentabilidad del cultivo, por lo que es necesario evaluar tanto los efectos agronómicos como económicos de dichas prácticas en condiciones locales (López et al., 2022; Martínez et al., 2021).

1.4. Abonamiento orgánico

La generación de residuos orgánicos se incrementa cada vez al ritmo alarmante, la práctica de reciclaje de estos desechos se está destinando a la producción de compost, finalmente estas se utilizan como fertilizante para mejorar la calidad del suelo y con consecuente repercusión en la producción de alimentos de calidad. En la actualidad, las preocupaciones crecen en torno al impacto ambiental y ecológicos, debido a que hay la necesidad de practicar una agricultura sostenible (Chew et al., 2019).

Los fertilizantes, en nuestra vida cotidiana se ha convertido en parte fundamental en la cadena global alimentario, fundamentalmente para producir distintos alimentos, aún más con el crecimiento demográfico alarmante, se requiere suministrar suficiente cantidad de alimentos. Esta práctica genera gases de efecto invernadero, en tal sentido, es recomendable reemplazar parcialmente con fuentes alternativos como el compost orgánico (Walling & Vaneckhaute, 2020). Teniendo en cuenta la necesidad de un desarrollo agrícola sostenible, cada vez hay más investigaciones enfocadas en el uso de microorganismos benéficos para reemplazar parcialmente el uso de fertilizantes artificiales (Ye et al., 2020).

1.4.1. Fuentes

a. Fertilizantes orgánicos líquidos

Los fertilizantes orgánicos líquidos elaborados a partir de desechos agrícolas e industriales están ganando popularidad. Estos fertilizantes se producen mediante un proceso de fermentación simple que utiliza desechos orgánicos como sustrato de carbono. El fertilizante orgánico líquido consta de nutrientes esenciales para las plantas y microbios beneficiosos que procesan los materiales orgánicos. Los microorganismos juegan un papel importante en la degradación de los sustratos durante la fermentación (Phibunwatthanawong & Riddech, 2019). Este tipo de fertilizantes líquidos, normalmente, se emplea durante el crecimiento vía foliar con la finalidad de suplir algunas deficiencias y repeler plagas (Wickham & Davis, 2023).

b. Estiércol

Existen muchas fuentes provenientes de distintas especies de animales. El estiércol de las vacas lecheras, según la caracterización de su composición mineral a base seca contiene: 0.69 % Ca, 0.34% Mg, 87ppm Zn, 550ppm Fe, 0.21% S, 120ppm Mn, 0.78ppm Mo, 10ppm Ni, 18ppm Cu. Los aves de corral, evaluando los purines pueden aportar: 7.74% N, 4% Ca, 0.68% Mg, 2.5% K, 2.6% P, 44ppm Cu, 56ppm Fe, 0.65ppm S, 400ppm Mn, 1.5ppm Mo6.2 Ni (Chen et al., 2003, p.7).

1.5. Formas de siembra en la horticultura

Las formas de siembra, sin duda, influye en la productividad de los cultivos, así como en el control de los arvenses (Carr et al., 2013). Inclusive, se comprobó a través del experimento en cultivo de remolacha ocho tipos de labranza, lo cual influyó en la velocidad de germinación y emergencia de las semillas; asimismo, en el rendimiento del cultivo (Smith et al., 2002). De igual forma, se realizaron optimización del rendimiento del cultivo de zanahoria instaladas en hileras, solamente utilizando fertilización orgánico, en la que demostraron un resultado de la producción de buena calidad (Wickham & Davis, 2023).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

1.6. Ubicación del experimento

La ejecución de la investigación se realizó en el Valle de Huatatas, ubicada a 25 minutos con referencia al parque central (Plaza de Armas) de la ciudad de Huamanga.

1.6.1. Ubicación política

- ✓ Departamento: Ayacucho
- ✓ Provincia: Huamanga
- ✓ Distrito: Tambillo

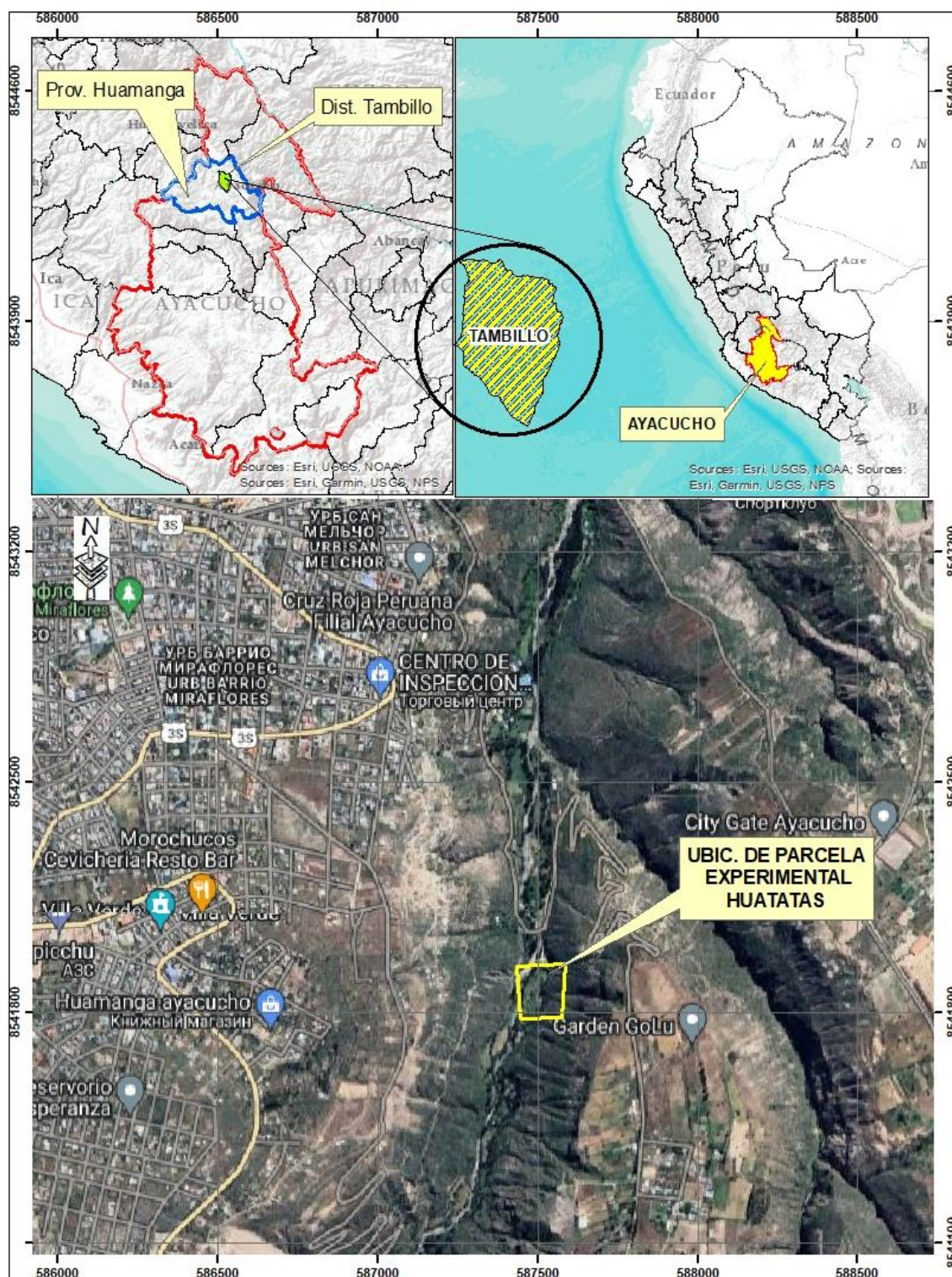
1.6.2. Ubicación geográfica

- ✓ Latitud: 13° 11' 17" S
- ✓ Longitud: 74° 11' 32" O
- ✓ Altitud: 2685 msnm.
- ✓ Región natural: Quechua

1.6.3. Ubicación ecológica

Según el diagrama bioclimático para la clasificación de zonas de vida por Holdridge (1947), el Valle de Huatatas pertenece a la zona de vida estepa espinoso – montano bajo subtropical (ee-MBS), abarca de 2000 a 3100 msnm

Figura 2.1. Mapa de ubicación del Valle de Huatatas. Elaborado en ArcGIS 10.5., a partir de las cartas nacionales de GEOGPSERÚ e imagen satelital de SASplanet.



1.7. Antecedentes del terreno

En la campaña anterior el terreno estuvo ocupado por el cultivo de papa, la topografía del terreno es llano, con una profundidad media de 0.50 m.

1.8. Condiciones climáticas

Los datos meteorológicos fueron tomados de la Estación Meteorológica Canaán, que se encuentra dentro del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y que es manejada por la Oficina de Operación y Mantenimiento Hidráulico (OPEMAN). La estación se encuentra a una altitud de 2735 msnm., Latitud 13° 10' 0.06" S, Longitud 74° 12' 22.92" W.

Según la estación meteorológica INIA-Canaán, las temperaturas promedio más baja y más alta en el área experimental son 6.5 °C y 27.7 °C, respectivamente. La precipitación total anual es de 569.9 mm. De acuerdo al balance hídrico de la Tabla 2.1, se aprecia que la T° promedio máxima, mínima y media registrada entre los meses de junio 2023 a mayo 2024 fueron de 25.37, 10.09 y 17.73 C° respectivamente. Se muestra un déficit hídrico entre los meses de abril y mayo de 2024 con la presipitacion total de 639.60 mm.

Tabla 0.1. Balance hídrico del registro de datos meteorológicos (T° max, min, media, precipitación, y humedad relativa) campaña agrícola 2023, Ayacucho – Huamanga.

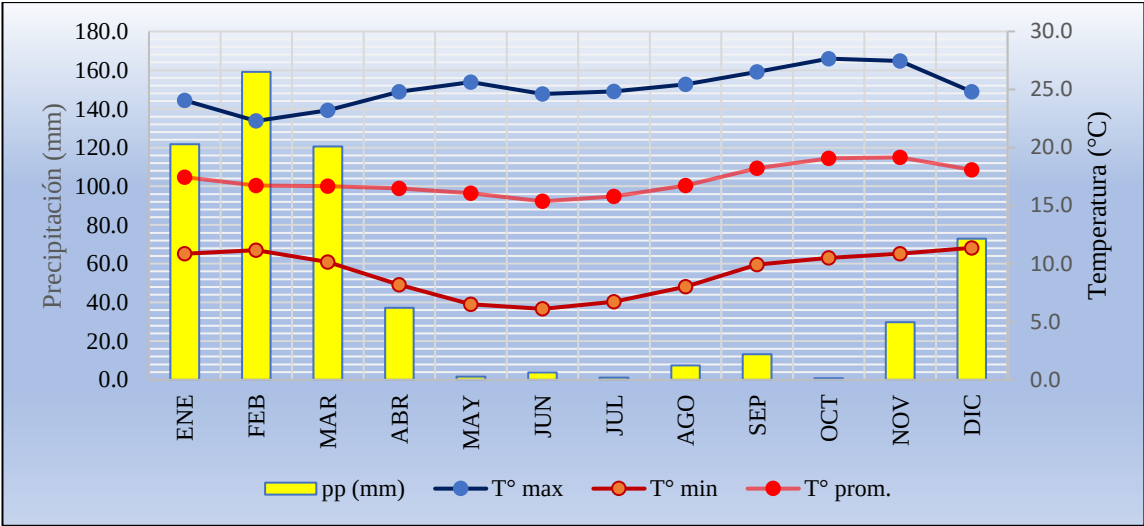
ESTACIÓN : INIA-CANAÁN					DISTRITO : AYACUCHO		ALTITUD : 2735 msnm								
					PROVINCIA : HUAMANGA		LATITUD : 13° 10' 00.06" S								
					DEPARTAMENTO : AYACUCHO		LONGITUD : 74° 12' 22.92" W								
Año		2023												Total	Prom.
Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC			
Días	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31			
T° Máxima (°C)	24.8	24.6	24.2	25.3	24.6	25.2	25.7	26.5	26	26.4	26.5	24.7		25.38	
T° Mínima (°C)	11.8	11.4	11.6	9.7	8.9	6.3	7.1	8.1	10.4	12.2	11.9	11.6		10.08	
T° Mdia (°C)	18.30	18.00	17.9	17.50	16.70	15.70	16.40	17.30	18.20	19.30	19.20	18.20		17.73	
Factor	4.96	4.64	4.96	4.8	4.96	4.96	4.96	4.96	4.8	4.96	4.8	4.96			
ETP (mm)	90.57	83.66	88.88	83.86	82.91	77.97	81.52	85.92	87.22	95.9	92.18	90.12	1040.71	86.73	
Precip (mm)	80.1	157.8	194.6	24.6	25.8	0	0	0	9.9	26	35	85.8	639.6	53.30	
ETP correG (mm)	55.79	51.53	54.77	51.67	51.08	46.48	52.93	52.93	53.73	59.08	56.79	55.53		53.53	
H. del suelo (mm)	24.31	106.27	139.83	-27.07	-25.28	-46.48	-52.93	-52.93	-43.83	-33.08	-21.8	30.27		-0.23	
Exceso (mm)	24.31	106.27	139.83									30.27			
Déficit (mm)				-27.07	-25.28	-46.48	-52.93	52.93	-43.83	-33.08	-21.8				

Nota. Los datos meteorológicos corresponden al promedio del año 2023

La Figura 2.2, se muestra el climograma referente para Santiago de Huatatas, tomando los datos de la estación meteorológica INIA-Canaán, construida a partir de la Tabla 0.1. Se observa que los picos más altos de temperatura se alcanzan en los meses de agosto

y noviembre (26.5 °C), y Octubre (26.4 ° C), mientras los picos más bajos se muestran en los meses de mayo (8.9 °C) y junio (6.3 °C). La precipitación más alta alcanzó el mes de marzo (194.6 mm) y la mínima el mes de julio (0 mm).

Figura 2.2. *Climograma de la T° máxima, mínima, media, precipitación y el balance hídrico, campaña 2023, Ayacucho – Huamanga.*



1.9. Características fisicoquímico del suelo

En la Tabla 2.2, se muestra las características principales del suelo experimental donde se instaló el cultivo de zanahoria. El suelo posee materia orgánica bajo (1.9 %); mientras, el fósforo y potasio se encuentran en niveles alto y medio, respectivamente. Referente a la reacción del suelo, presenta ligeramente alcalino (7.4) (Tabla 0.2).

Tabla 0.2. *Características fisicoquímico del suelo experimental – Valle Huatatas.*

Descripción	Unidad	Valor	Interpretación
Materia orgánica	%	1.9	Bajo
Nt	%	0.10	Pobre
P	ppm	33.76	Alto
K	ppm	151.76.0	Medio
pH	-.-	7.4	Ligeramente alcalino
CICe	Cmol (+)/kg	12.25	Medio
CE	dS m ⁻¹	0.21	Suelo normal
Aena	%	54	Franco Arenoso
Limo	%	34	
Arcilla	%	12	
Clase textural	-.-		

Nota. Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliares – LABSAF Canaán (Anexo 3)

1.10. Material vegetal

Se utilizó dos variedades de zanahoria (Kuroda e híbrido Imperial F1), los cuales han sido adquiridos de la empresa ALABAMA, razón social av. Oscar Benavides 5737 (ex. Av. Coloquial).

1.11. Factores de estudio

Variedades de zanahoria: (V)

v1: Kuruda

v2: Híbrida Imperial F1

Formas de siembra: (F)

f1: Voleo (en camas)

f2: Hileras (surcos a un lado del suco)

1.12. Tratamientos

Tabla 2.3. Se describen los tratamientos aplicados en este trabajo de investigación

Tratamientos	Código	Descripción
T1	v1*f1	Kuroda + voleo
T2	v1*f2	Kuroda + hileras
T3	v2*f1	Imperial F1 + voleo
T4	v2*f2	Imperial F1 + hileras

1.13. Diseño experimental

El experimento se instaló bajo el Diseño de Bloques Completo Randomizado (DBCR); con arreglo factorial de dos variedades con dos formas de siembra; los que nos dio 4 tratamientos y 3 bloques (repeticiones).

El modelo aditivo lineal

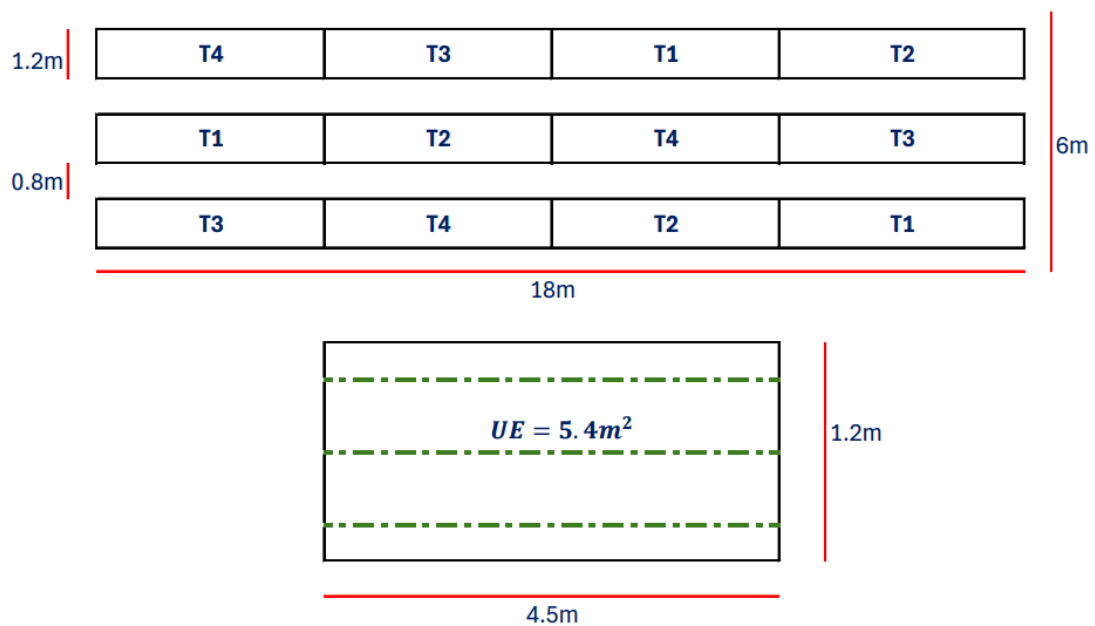
$$Y_{ijk} = \mu + B_k + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

- ✓ Y_{ijk} : Observación del tratamiento con el i-ésimo nivel de A, j-ésimo nivel de B, k-ésimo repetición.

- ✓ μ : Media general.
- ✓ B_k : efecto de bloque
- ✓ α_i : Efecto del i-ésimo de variedad (factor A).
- ✓ β_j : Efecto del j-ésimo factor de siembra (factor B).
- ✓ $(\alpha\beta)_{ij}$: Interacción entre variedad y forma de siembra.
- ✓ ϵ_{ijk} : Error experimental

Figura 2.3. Representación gráfica de diseño experimental, su aleatorización y las dimensiones correspondientes.



1.14. Características del diseño y las unidades experimentales

Los detalles de las características del diseño experimental instalada, se muestran en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4. Descripción de las características de las unidades experimentales (UE); bajo condiciones de Valle de Huatatas – Ayacucho.

Descripción.	Unidad	Medida
Largo del campo experimental	m	18
Ancho del campo experimental	m	6.0
Largo del bloque	m	18
Ancho de bloque	m	1.2
Área del bloque	m ²	21.6

Distancia entre bloques	m	0.8
Número de calles entre bloques	Unidades	3.0
Número de UE por bloque	Unidades	4.0
Área total de bloques	m ²	64.8
Área total del experimento	m ²	108
Número total de UE	Unidades	12.0
Número de hileras / UE	Unidades	3.0
Distanciamiento / surcos	cm	0.4

1.15. Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se realizó mediante Análisis de Variancia (ANVA, $\alpha = 0.05$) y la prueba de contraste TUKEY, mediadas de asociación como prueba de independencia y correlación, basándose en métodos de estadística inferencial y análisis lógico de las conclusiones.

1.16. Materiales y herramientas empleados

- | | |
|------------------------|---------------------|
| ✓ Pala | ✓ Lapiceros |
| ✓ Pico | ✓ Cuaderno de campo |
| ✓ Cordel | ✓ Estacas |
| ✓ Mantas | ✓ Azadones |
| ✓ Cámaras fotográficas | ✓ Mallas rashell |

1.17. Instalación y manejo del experimento

a. Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó con tracción mecánica empleando el arado de discos a una profundidad de 0.25 m, luego se procedió a la cruz a con una pasada de motocultor con su sistema de gradeo. Esta actividad de se realizó el 06 de enero del 2024.

b. Demarcación del terreno

Se procedió a delimitar los bloques, parcelas, calles y las hileras de acuerdo al distanciamiento establecido previamente; utilizando wincha, flexómetro, yeso, cordel, estacas, pico, azadones y finalmente se colocó para cada unidad experimental su cartel de identificación. Esta actividad de se realizó el 08 de enero del 2024 con el apoyo de 3 personas.

c. Nivelación del terreno

La nivelación se realizó una vez demarcado y preparado el terreno. Esta labor se realizó con la ayuda de un rastrillo y cordel para el alineamiento respectivo. Considerando los distanciamientos entre hileras, calles y de acuerdo al croquis del campo experimental. Esta actividad se realizó el 09 de enero del 2024 con el apoyo de 1 personas.

d. Siembra

Para la siembra se realizó los cálculos de la cantidad de semilla por cada unidad experimental en función de la densidad de siembra de 4 kg ha^{-1} de semilla, el cual fue colocado según croquis ya sea al voleo o en hileras dentro de las camas de siembra. Esta actividad se realizó el 01 de febrero del 2024.

e. Riego

El método de riego utilizado fue por inundación por camas cuidando proporcionar el caudal adecuado que no perjudique y/o arrastre las semillas, se realizó desde la siembra hasta la cosecha, 3 veces a la semana.

f. Abonamiento

Se realizó un abonamiento básico utilizando fertilizante de (N-P-K) El "Super Triple" fertilizante se refiere comúnmente al Superfosfato Triple (SPT), un fertilizante rico en fósforo (P), ideal para el desarrollo radicular y el establecimiento inicial de cultivos, aportando también calcio, y existiendo multi-propósito como N-P₂O₅-CaO/ 0-46-21 se eligió este fertilizante por ser bajo en nitrógeno ya que se busca un mejor desarrollo de las raíces y por su alta solubilidad y absorción de nutrientes. Esta actividad se realizó el 25 de febrero del 2024.

g. Deshierbo

Esta labor se realizó en forma oportuna, durante el crecimiento del cultivo con la finalidad de evitar la competencia de las malezas con el cultivo por agua, luz y nutrientes.

El primer deshierbo se realizó el 20 de febrero cuando las plantas tuvieron (2-3) hojas verdaderas con el apoyo de 2 personas por dos días consecutivos. El segundo deshierbo se realizó el 30 de marzo con el apoyo de una persona.

h. Control fitosanitario

En este trabajo de investigación no se realizó el control fitosanitario, por lo tanto, no se utilizó ningún tipo de producto o similares.

i. Cosecha

La cosecha se realizó en forma escalonada hasta terminar, de los cuales se seleccionaron por categoría (primera, segunda y tercera). Esta actividad se realizó del 17 al 25 de mayo del 2024.

1.18. Variables evaluadas

- a. **Altura de la planta.** Se tomó 10 plantas al azar de cada tratamiento, del cual se midió la longitud desde el cuello de la planta hasta el ápice de la hoja más desarrollada. Luego estas medidas fueron expresadas en centímetros.
- b. **Diámetro de la raíz.** Se tomó 10 plantas al azar de cada tratamiento, del cual se midió el diámetro del cuello del tallo en el punto de corte. Luego estas medidas fueron expresadas en centímetros.
- c. **Longitud de la raíz.** Se tomó 10 plantas al azar de cada tratamiento, del cual se midió los extremos puntos de la longitud de la zanahoria. Luego estas medidas fueron expresadas en centímetros.
- d. **Peso promedio de la raíz.** Se realizó el pesado de 20 raíces obtenidas en forma de azar de cada unidad experimental. Luego estas medidas fueron expresadas en gramos (gr).
- e. **Rendimiento.** Se realizó el pesado del total de raíces cosechadas de cada unidad experimental y luego se llevó a la expresión de kg/ha.

1.19. Mérito económico

El mérito económico a sido satisfactoria porque se determinó que todos los tratamientos arrojaron valores positivos, siendo el tratamiento 4(H imperial+ al voleo), el mayor rendimiento que se obtuvo, superando a los demás tratamientos, por lo que se ve reflejado en el índice de la rentabilidad.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1. Análisis de variables de respuesta

2.1.1. *Altura de la planta.*

En la Tabla 3.1 se presenta el Análisis de Varianza (ANOVA) para la variable altura de planta, evaluada en dos variedades y dos formas de siembra. Los resultados indican que no se encontraron diferencias estadísticas significativas ni entre variedades, ni entre formas de siembra, ni en la interacción entre ambos factores. El coeficiente de variación (CV) obtenido fue de 5.78 %, lo que refleja una alta precisión experimental y confiabilidad en la medición de esta variable.

Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Yance (2018), quien tampoco encontró diferencias significativas en la altura de planta al evaluar seis densidades de siembra en relación con el rendimiento, lo que sugiere que esta variable puede no ser fuertemente influenciada por los factores evaluados en ciertos contextos agronómicos

Tabla 3.1. *Análisis de varianza del efecto variedades y formas de siembra en la altura de planta en (cm), en la zanahoria (Daucus carota L.).*

Altura de la planta					
F.V.	G. L	S. C	C. M	Fc	P.valor
Bloques	3	42.76	14.253	0.905	0.4759 ns
Variedades (V)	1	4.43	4.430	0.281	0.6086 ns
Forma de siembra (S)	1	2.99	2.990	0.190	0.6731 ns
Interacción (V*S)	1	30.47	30.470	1.935	0.1977 ns
Error	9	141.73	15.748		
Total	15	222.39			
C. V. (%):	5.78				

2.1.2. Diámetro de la raíz

En la Tabla 3.2 se presenta el Análisis de Varianza (ANOVA) correspondiente a la variable diámetro de raíz, evaluada en dos variedades de zanahoria y dos formas de siembra. Los resultados muestran una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre las variedades, lo que indica que el diámetro de raíz estuvo influenciado por el material genético y que uno de ellos difiere del otro. En cambio, no se encontraron diferencias significativas ni para las formas de siembra ni para la interacción Variedad $\times$ Forma de Siembra ($V \times S$), lo que sugiere que estos factores no influyeron de manera diferenciada el diámetro de la raíz en las condiciones del estudio. El coeficiente de variación (CV) obtenido para esta variable fue de 14.2 %, lo cual se considera aceptable dentro de ensayos de campo, indicando una buena precisión y confiabilidad de los resultados.

Estos hallazgos coinciden parcialmente con lo reportado por Yance (2018), quien al evaluar seis densidades de siembra en dos variedades también encontró diferencias significativas entre variedades, reafirmando la influencia genética en el comportamiento agronómico del cultivo.

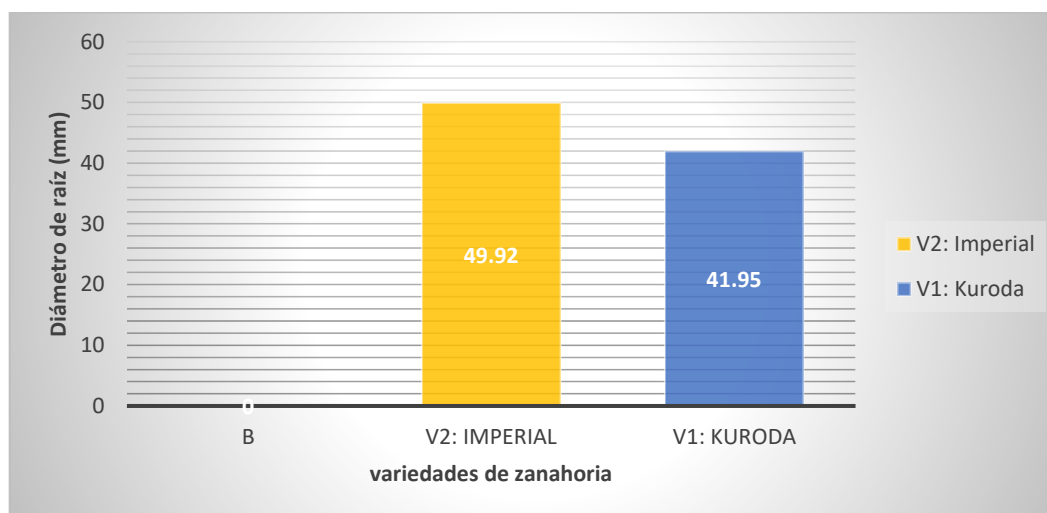
Tabla 3.2. Análisis de varianza del efecto variedades y formas de siembra en el diámetro de raíz en mm, en la zanahoria (*Daucus carota* L.)

Diámetro de raíz					
F.V.	G. L	S. C	C. M	Fc	P.valor
Bloques	3	316.24	105.413	2.464	0.1289 ns
Variedades (V)	1	254.22	254.220	5.943	0.0375 *
Forma de siembra (S)	1	51.45	51.450	1.203	0.3013 ns
Interacción (V*S)	1	28.88	28.880	0.675	0.4325 ns
Error	9	385	42.778		
Total	15	1035.79			
C. V. (%):	14.2				

En la Figura 3.1 se presenta la comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$), donde se observa que existen diferencias estadísticas significativas entre las variedades de zanahoria evaluadas. La variedad Imperial presentó el mayor diámetro de raíz, con un valor promedio de 49.92 mm, superando a la otra variedad con 8 mm, equivalente a un incremento de 16%. Finalmente, la variedad Kuroda mostró diámetro inferior estadísticamente respecto a la otra variedad, 41.95 mm.

Estos resultados coinciden parcialmente con lo reportado por Pallo (2020), quien encontró que la variedad Imperial alcanzó un diámetro promedio de 43.2 mm, superior al de la variedad Kuroda, que registró 35.7 mm, en un estudio de adaptación de diez genotipos de zanahoria a más de 3000 m s.n.m. De acuerdo con Ceballos y De La Cruz (2002), el diámetro de la raíz de zanahoria puede variar entre 2 y 4 cm, llegando incluso hasta 10 cm, dependiendo de la variedad y su grado de adaptación a las condiciones agroecológicas. En función de estos resultados, se puede inferir que la variedad Imperial mostró una mejor adaptación a las condiciones locales en comparación con la variedad Kuroda, lo que explicaría las diferencias estadísticamente significativas observadas en el diámetro de raíz.

Figura 3.1. Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) del diámetro de la raíz en (mm) bajo el efecto principal de las variedades.



2.1.3. Longitud de la raíz

En la Tabla 3.3 se presenta el Análisis de Varianza (ANOVA) de la variable longitud de raíz, evaluada en función de dos variedades de zanahoria y dos formas de siembra. Los resultados muestran que no se encontraron diferencias estadísticas significativas ni entre las variedades, ni entre las formas de siembra, ni en la interacción entre ambas ($V \times FS$); es decir, los tratamientos no tuvieron efecto positivo diferenciado en longitud de raíz. El coeficiente de variación (CV) obtenido fue de 5.98 %, lo que indica una buena precisión experimental y confiabilidad en los datos obtenidos para esta variable. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Ramírez-Vidal et al. (2023), quienes al evaluar dos variedades de zanahoria tampoco encontraron diferencias significativas en cuanto a la

longitud de raíz, lo que sugiere que esta característica puede estar influenciada en menor medida por la variedad o el tipo de siembra bajo condiciones similares.

Tabla 3.3. *Análisis de varianza del efecto variedades y formas de siembra en la longitud de raíz en (cm), en la zanahoria (Daucus carota L.)*

Longitud de raíz					
F.V.	G. L	S. C	C. M	Fc	P.valor
Bloques	3	2.76	0.920	1.098	0.3985 ns
Variedades (V)	1	0.21	0.210	0.251	0.6274 ns
Forma de siembra (S)	1	2.34	2.340	2.793	0.1290 ns
Interacción (V*S)	1	2.36	2.360	2.817	0.1279 ns
Error	9	7.54	0.838		
Total	15	15.21			
C. V. (%):	5.98				

2.1.4. *Peso de la raíz por planta*

En la Tabla 3.4 se presenta el Análisis de Varianza (ANOVA) de la variable peso de la raíz, evaluada en dos variedades y dos formas de siembra. Los resultados indican que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades, formas de siembra ni en la interacción entre ambas (Variedad × Siembra). Es decir, los factores de estudio no influyeron de forma diferenciada en peso promedio por planta, por lo que las respuestas son similares estadísticamente en todos los tratamientos. El coeficiente de variación (CV) fue de 18.5%, lo que sugiere un nivel aceptable de precisión experimental y confiabilidad en los datos obtenidos.

Tabla 3.4. *Análisis de varianza del efecto variedades y formas de siembra en el peso de la raíz (gr), en la zanahoria (Daucus carota L.)*

Peso de raíz					
F.V.	G. L	S. C	C. M	Fc	P.valor
Bloques	3	3469.09	1156.363	0.823	0.5135 ns
Variedades (V)	1	3231.92	3231.920	2.300	0.1637 ns
Forma de siembra (S)	1	2361.96	2361.960	1.681	0.2271 ns
Interacción (V*S)	1	153.76	153.760	0.109	0.7484 ns
Error	9	12648.7	1405.411		
Total	15	21865.44			
C. V. (%):	18.5				

2.1.5. Rendimiento por categoría

En la Tabla 3.5 se presenta el Análisis de Varianza (ANOVA) del rendimiento de zanahoria en función de dos variedades y dos formas de siembra. Los resultados muestran que no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) ni entre las variedades, ni entre las formas de siembra, ni en la interacción entre ambas ($V \times S$). Por lo que se asume que, las respuestas en todos los tratamientos fueron similares estadísticamente.

El coeficiente de variación (CV) para esta variable osciló entre 39.55 % y 41.38 %, lo cual indica una relativa variación de los datos. Este nivel de variabilidad sugiere que los datos no son homogéneos, posiblemente debido a factores externos no controlados durante el experimento, como variaciones en el microclima, el manejo agronómico o las características del suelo.

Tabla 3.5. Análisis de varianza del efecto variedades y formas de siembra en el rendimiento ($t\ ha^{-1}$), en la zanahoria (*Daucus carota* L.), según categorías 1ra, 2da y 3ra.

Rendimiento ($t\ ha^{-1}$) de zanahoria por categoría				
		1ra	2da	3ra
F.V.	G. L	SUMA DE CUADRADOS		
Bloques	3	693.63 sn	133.01 sn	325.27 sn
Variedades (V)	1	372.07 sn	302.63 sn	6.32 sn
Forma de siembra (S)	1	180.35 sn	63 sn	234.36 sn
Interacción (V*S)	1	276.92 sn	5.74 sn	160.35 sn
Error	9	2770.53	1357.940	824.13
Total	15	4293.5	1862.32	1550.4
C. V. (%):		41.38	39.55	39.63

En la Tabla 3.6 se presenta el Análisis de Varianza (ANOVA) para la variable rendimiento, los resultados muestran que existen diferencias estadísticas significativas tanto para el factor variedad, como para la forma de siembra y la interacción entre ambos factores ($V \times S$), lo que indica que, por lo menos uno de los tratamientos es superior al resto; asimismo, la significancia en la interacción indica que la respuesta del rendimiento de zanahoria responde muy bien a la combinación de variedad y de la forma de siembra utilizada. El coeficiente de variación (CV) obtenido fue de 14.5 %, lo cual se considera aceptable en estudios de campo, y sugiere una adecuada precisión y confiabilidad en los resultados del experimento.

De forma concordante, Ramírez-Vidal et al. (2023), al evaluar el rendimiento de dos variedades de zanahoria, entre ellas *Imperial F1*, bajo la aplicación de diferentes fuentes orgánicas, reportaron diferencias altamente significativas para los factores variedad, fuente orgánica y su interacción, respaldando los hallazgos del presente estudio

2.1.6. Rendimiento total

Tabla 3.6. *Análisis de varianza del efecto variedades y formas de siembra en el rendimiento total (t/ha) en zanahoria (Daucus carota L.)*

Rendimiento total (t ha⁻¹)					
F.V.	G. L	S. C	C. M	Fc	P.valor
Bloques	3	1161.53	387.177	1.979	0.1878 ns
Variedades (V)	1	1536.58	1536.580	7.855	0.0206 *
Forma de siembra (S)	1	1345.11	1345.110	6.876	0.0277 *
Interacción (V*S)	1	1004.81	1004.810	5.137	0.0497 *
Error	9	1760.56	195.618		
Total	15	6808.09			
C. V. (%):	14.3				

En la Figura 3.2 se muestra comparación de medias de los efectos simples de variedades y formas de siembra en el rendimiento de zanahoria. Según los resultados, en las formas de siembra de voleo, la variedad híbrida Imperial resultó con mejor rendimiento estadísticamente, cuyo valor encontrado fue 124.5 t ha⁻¹, con una ventaja de 35.45 t ha⁻¹, equivalente a 28.47% de incremento respecto a la variedad Koruda.

En las formas de siembra de surco, tanto la variedad Híbrida Imperial y Koruda tuvieron respuestas similares estadísticamente (“a”), cuyos valores encontrados fueron 90.31 y 86.56 t ha⁻¹, respectivamente (Figura 3.2).

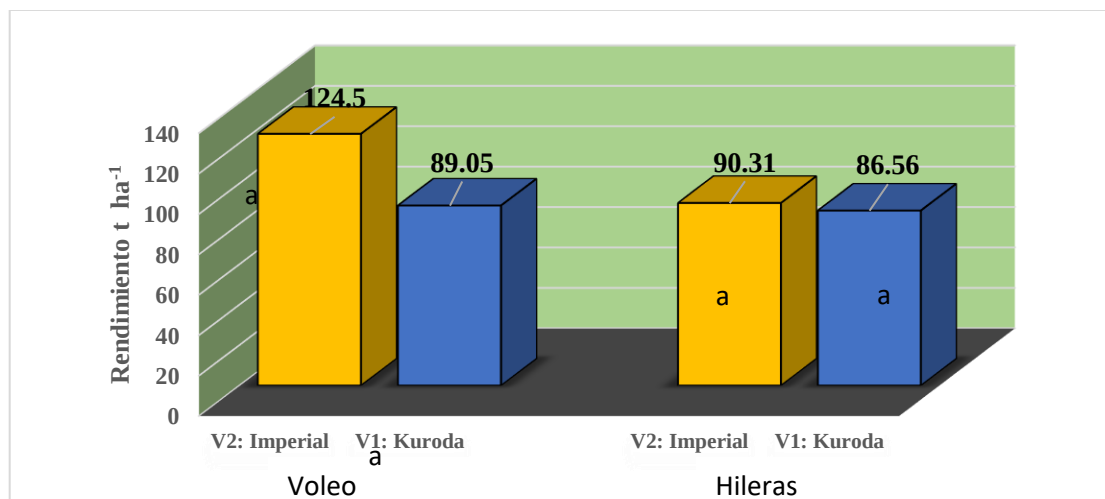
Los resultados obtenidos en este estudio evidencian que la variedad Imperial presentó un mayor rendimiento en ambas formas de siembra (surco y voleo), en comparación con la variedad Kuroda, que mostró los rendimientos más bajos bajo las mismas condiciones. Esta diferencia puede atribuirse principalmente a características morfológicas superiores de la variedad Imperial, como el mayor tamaño y peso de raíz, factores que, según Shener (2021), son determinantes en el rendimiento del cultivo de zanahoria. De manera consistente, Pallo (2020) reportó en su estudio de adaptación varietal que la variedad Imperial alcanzó un rendimiento promedio de 122.33 t ha⁻¹, superando significativamente a la variedad Kuroda, que registró 68 t ha⁻¹ en condiciones similares. Estos datos respaldan los resultados

obtenidos en el presente trabajo, confirmando el mejor desempeño productivo de la variedad Imperial. La ventaja observada en la variedad Imperial coincide con lo señalado por Santos et al. (2021), quienes destacan que los híbridos de zanahoria suelen mostrar un mayor vigor híbrido (heterosis), mejor tolerancia a condiciones de estrés abiótico y una mayor uniformidad en su aspecto, lo que se refleja en una productividad superior. En su estudio, híbridos similares llegaron a superar en un 25 a 30% el rendimiento de las variedades tradicionales cuando se utilizaron métodos de siembra directa.

El mayor rendimiento observado en la siembra al voleo para la variedad Imperial podría explicarse por la distribución más uniforme de las semillas, lo que ayuda a reducir la competencia entre plantas. Gómez et al. (2020) señalaron que este método favorece el aprovechamiento del espacio y la luz durante las primeras etapas del cultivo, aunque requiere un manejo cuidadoso de la densidad de siembra. Por otro lado, Li et al. (2022) advierten que el voleo puede aumentar el riesgo de desuniformidad en suelos con pendientes, un factor que no resultó limitante en este estudio.

La respuesta diferenciada de la variedad *Kuroda* (con menor rendimiento al sembrarla al voleo) indica que esta variedad podría ser más sensible a las formas de siembra utilizado. Según Rodríguez-Pérez et al. (2023), las variedades no híbridas, como *Kuroda*, tienden a ser menos adaptables a formas de siembra menos controlados, como el voleo. Para obtener un mejor rendimiento, estas variedades requieren un tipo de siembra en líneas, lo que permite un uso más eficiente de los recursos disponibles. Este hallazgo resalta la importancia de elegir los genotipos adecuados según la forma de cultivo que se emplee.

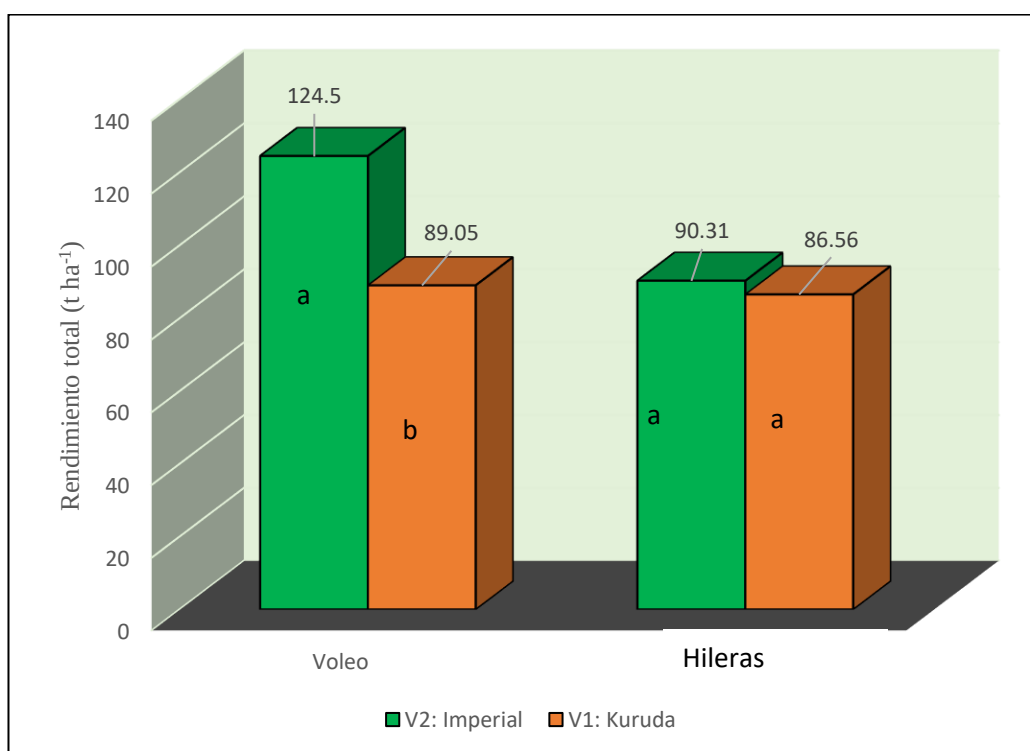
Figura 3.2. Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) en el rendimiento ($t\ ha^{-1}$) bajo el efecto simple de las variedades y formas de siembra.



En la Figura 3.3 se muestra que la variedad Imperial resultó superior cuando se siembra bajo la modalidad de voleo, cuyo rendimiento resultó 124.5 t ha⁻¹, donde, este resultado superó a la variedad Kuruda (89.05 t ha⁻¹) con un incremento de 28.47%.

Mientras, en la forma de siembra bajo la modalidad de hileras, ambas variedades resultaron estadísticamente iguales, tan solo observándose diferencias numéricas, es decir, en cualquiera de las formas de siembra, ambas variedades rinden similares o podemos obtener casi los mismos resultados. Donde cuyos rendimientos resultaron 90.31 y 86.56 t ha⁻¹, tanto para Imperial y Kuruda, respectivamente.

Figura 3.3. Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) del rendimiento total (t ha⁻¹) de zanahoria bajo el efecto simple formas de siembra en cada variedad



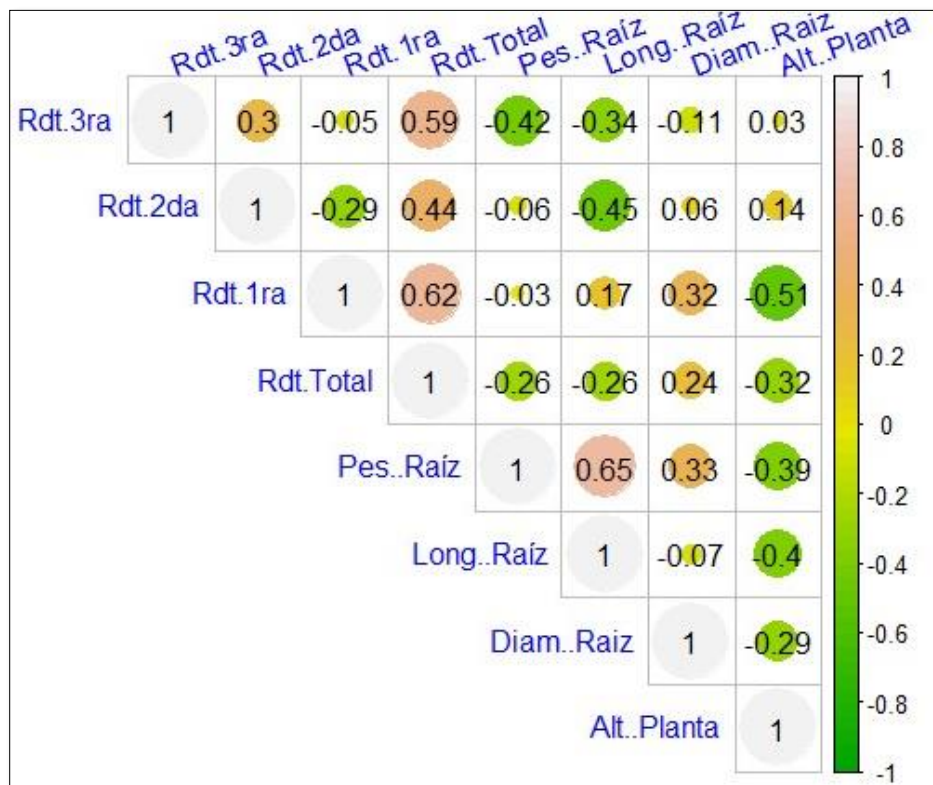
2.1.7. Correlación Pearson de las variables

La correlación de las variables (Figura 3.4) se realizó con la finalidad de encontrar alguna relación positiva del rendimiento de zanahoria con las demás variables. El rendimiento de primera y tercera categoría guardan una correlación con el rendimiento de zanahoria, con 0.62 y 0.59, respectivamente. También se puede observar que existe una relación entre la longitud de la raíz y el peso de la raíz con coeficiente 0.65. Los coeficientes

positivos indican una relación directa entre dos variables; mientras las negativas indican una relación inversa entre ellos.

En investigaciones similares, Koukounaras et al. (2020) señalan que tanto la longitud como el diámetro de la raíz son factores clave para determinar la productividad de la zanahoria, especialmente en suelos ricos en materia orgánica. En su estudio, encontraron una correlación positiva ($r = 0.68$) entre el peso y la longitud de las raíces, lo cual coincide con los resultados obtenidos en este trabajo, donde se observó una correlación de $r = 0.65$. Por otro lado, Resende et al. (2021) destacan que la calidad comercial de la zanahoria, clasificada en categorías primera, segunda y tercera, depende en gran medida de las prácticas de siembra y el manejo del suelo. Estos autores reportan que la implementación de formas de siembra directa optimizada contribuye a mejorar la uniformidad de las raíces, lo cual ayuda a explicar la correlación positiva ($r = 0.62$) entre el rendimiento y la proporción de raíces clasificadas como de primera calidad, observada también en este estudio.

Figura 2.4. Coeficientes o valores de correlación Pearson de las variables evaluadas



2.2. Análisis de rentabilidad económica

2.2.1. Rentabilidad económica

En la Tabla 3.7 se presenta la estimación del costo de producción, valor neto de producción, rentabilidad y relación beneficio/costo, en función de los tratamientos evaluados. Se observa una diferencia significativa en el costo de producción, entre el tratamiento T1 y el T4. Esta variación se atribuye principalmente al precio de las semillas, siendo que los tratamientos T1 y T2 (variedad *Kuroda*) registraron un menor costo en comparación con T3 y T4 (variedad *Imperial F1*).

El valor bruto de producción fue calculado multiplicando el precio unitario de venta en chacra por el rendimiento por categoría (1°, 2° y 3°) en toneladas por hectárea. A su vez, el valor neto de producción se obtuvo como la diferencia entre el valor bruto de producción y el costo total de producción.

Los precios unitarios promedio utilizados fueron: S/ 0.70, 0.5 y 0.40 soles para primera, segunda y tercera categoría, respectivamente. De acuerdo con los valores de venta promedio en chacra en el valle de Huatatas. El tratamiento que alcanzó el mayor valor neto de producción fue el T3 (*Imperial F1* + siembra al voleo), con un ingreso de S/ 50,887.7 por hectárea. En contraste, el valor más bajo se registró en el T4 (*Imperial F1* + siembra en hileras), con S/ 32,457.5.

En la Tabla 3.7 se presenta la estimación de la rentabilidad económica de los diferentes tratamientos evaluados, observándose que todos los tratamientos resultaron rentables, al arrojar valores positivos. La mayor rentabilidad se obtuvo con el Tratamiento 3 (*Imperial F1* + siembra al voleo), con un retorno del 415.8 % (4.16), mientras que la menor rentabilidad se registró en el Tratamiento 4 (variedad *Imperial F1* + siembra en hileras), con un 264.3 % (2.64). Esto significa que, por cada sol invertida, se recuperó 4.16 veces el monto en el T3 y 2.64 veces en el T4, lo que evidencia una superioridad económica significativa del tratamiento con *Imperial F1* y siembra al voleo bajo las condiciones del presente estudio.

La mayor rentabilidad obtenida en el estudio, con un 3.5 %, se alcanzó al cultivar la variedad de zanahoria *Imperial F1* utilizando las formas de siembra al voleo. Este resultado coincide con los reportes de Santos et al. (2021), quienes señalan que las variedades mejor adaptadas a siembras directas, como el voleo, tienden a tener mejores respuestas y un uso

más eficiente de los recursos disponibles. Por su parte, Gómez et al. (2020) destacan que *Kuroda* se desempeña especialmente bien en suelos menos tecnificados, lo que puede explicar su superior rendimiento económico casi similar a la variedad Imperial F1. Según Rodríguez et al. (2019), la siembra en hileras puede aumentar los costos de producción debido a una mayor demanda de mano de obra y mayor densidad de plantas, lo cual solo se justifica si el producto alcanza precios más altos en el mercado.

Además, López et al. (2022) señalan que, si bien la variedad Imperial F1 ofrece una calidad comercial destacada, su cultivo exige una mayor inversión en insumos, lo que reduce el margen de ganancia frente a variedades más rústicas y adaptables como *Kuroda*. Martínez et al. (2021) resaltan que la elección de las formas de siembra y la variedad debe basarse en las condiciones locales, ya que factores como la disponibilidad de mano de obra y el acceso a mercados influyen en la rentabilidad final. En este estudio, la combinación de *Imperial F1* con siembra al voleo demostró ser la más eficiente bajo las condiciones evaluadas.

Tabla 3.7.

Análisis de la rentabilidad económica por cada tratamiento bajo el efecto de variedades y formas de siembra, en la zanahoria (Daucus carota L.)

Rentabilidad primera																
Trt	Cód	Rdt. Por categorías (kg/ha)				Precio Unitario/categoría (kg)			Costo prod. (S/.)	Valor bruto de prod. (S/xha)				Valor neto prod. (S/ x ha)	Rentab. (%)	Beneficio costo (B/C)
		1ra	2da	3ra	Total	1ra	2da	3ra		1ra	2da	3ra	Total			
T1	V1F1	24,176.5	28,094.1	36,776.5	89,047.1	0.7	0.5	0.4	8,911.7	16,923.5	14,047.1	14,710.6	45,681.2	36,769.5	412.6	3.4
T2	V1F2	22,852.9	25,323.5	38,382.4	86,558.8	0.7	0.5	0.4	9,168.5	15,997.1	12,661.8	15,352.9	44,011.8	34,843.3	380.0	3.2
T3	V2F1	31,764.7	37,990.6	54,741.2	124,496.5	0.7	0.5	0.4	12,239.4	22,235.3	18,995.3	21,896.5	63,127.1	50,887.7	415.8	3.5
T4	V2F2	17,779.4	32,823.5	39,705.9	90,308.8	0.7	0.5	0.4	12,282.2	12,445.6	16,411.8	15,882.4	44,739.7	32,457.5	264.3	2.2

Nota. T1: Kuruda + al voleo, T2: Kuruda + voleo, T3: Imperial F1 híbrido + voleo, T4: Imperial F1 híbrido + hileras.

$$Rentabilidad(\%) = \left(\frac{\text{Valor neto de producción}}{\text{Costo de producción}} \right) * 100$$

CONCLUSIONES

1. Se encontró diferencia significativa con la forma de siembra al voleo obteniendo un rendimiento de 124.5 t ha^{-1} , lo que representa un incremento de 27.71% frente a la forma de siembra en hileras. No obstante, en las demás variables evaluadas no se encontraron diferencias estadísticas.
2. La comparación varietal reveló que la variedad híbrida Imperial F1 superó significativamente a la variedad tradicional Kuruda en las dos formas de siembra, tanto en el rendimiento T3 y T4; (124.5 y 90.3) Tn y en diámetro ecuatorial de la raíz (53.06 y 46.78) mm.
3. El tratamiento T3 (variedad Imperial F1 + forma de siembra al voleo) presentó el mayor porcentaje de rentabilidad, con un valor de 415.8% y beneficio costo (B/C) de 3.5 lo que representa un ingreso neto de S/50,887.7 para el productor.

RECOMENDACIONES

1. Sembrar la zanahoria (*Daucus carota* L.), bajo la forma al voleo ya que esta técnica mostró los mejores rendimientos.
2. Sembrar la variedad híbrida Imperial F1, debido a que presentó un mayor rendimiento comercial en comparación con la variedad tradicional Kuroda.
3. Cultivar la variedad de zanahoria Imperial F1 mediante la forma de siembra al voleo para obtener mejor ingreso neto para el productor.
4. Realizar la réplica de este trabajo de investigación en otras condiciones edafoclimáticas, con la finalidad de contrastar los resultados encontrados en este trabajo de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROACTIVO. (2023). *Ficha técnica: Zanahoria imperial F1*.
https://agroactivocol.com/producto/material-vegetal/zanahoria-imperial-f1/?srsltid=AfmBOoqcnAveZodQzrOfL7g69lhIl0CzXQsY37Sq0A_x_KpwWhFaGnGy
- Alabama. (2015). *Zanahoria*. <https://www.alabama.com.pe/zanahoria-f1>
- Alejo, D. N. (2020). *Evaluación de tres variedades de zanahoria (Daucus carota L.) en invernadero y a campo abierto en el municipio de la ciudad de La Paz*. Universidad Mayor San Andrés.
- Autoridad de Agricultura y Alimentos. (2023). *Carrot (Daucus carota) growers manual*.
- Bender, I., Edesi, L., Hiiesalu, I., Ingver, A., Kaart, T., Kaldmäe, H., Talve, T., Tamm, I., & Luik, A. (2020). Organic carrot (*Daucus carota* L.) production has an advantage over conventional in quantity as well as in quality. *Agronomy*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/agronomy10091420>
- Bhandari, S. R., Rhee, J., Choi, C. S., Jo, J. S., Shin, Y. K., Song, J. W., Kim, S. H., & Lee, J. G. (2022). Morphological and Biochemical Variation in Carrot Genetic Resources Grown under Open Field Conditions: The Selection of Functional Genotypes for a Breeding Program. *Agronomy*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/agronomy12030553>
- Brown, R. L. (2017). Un planeta sobrepoblado y platos vacíos: la nueva geopolítica de la escasez de alimentos. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. (Issue Mi). Universidad del Rosario. <https://doi.org/doi.org/10.12804/CE9789587389364>
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2015). Manual Zanahoria. In *Cámara de Comercio de Bogotá* (Vol. 1).
- Carr, P. M., Gramig, G. G., & Liebig, M. A. (2013). Impacts of organic zero tillage systems on crops, weeds, and soil quality. *Sustainability (Switzerland)*, 5(7), 3172–3201. <https://doi.org/10.3390/su5073172>

- Carranza, C. A. D. (2006). *Reacción fenológica y agronómica de dos cultivares de zanahoria (Daucus carota) a la inoculación de cepas de micorriza en campo*. Escuela Politécnica del Ejercito.
- Ceballos, H., & De La Cruz, G. (2002). *Taxonomía y morfología de la yuca*. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/18089>
- Chen, S., Liao, W., C, L., Wen, Z., Kincaid, R. L., Harrison, J. H., Elliott, D. C., Brown, M. D., Solanba, A. E., & Stevens, D. J. (2003). Value-Added Chemicals from Animal Manure. In *Pacific Northwest National Laboratory: Vol. PNNL-14495* (Issue December).
- Chew, K. W., Chia, S. R., Yen, H. W., Nomanbhay, S., Ho, Y. C., & Show, P. L. (2019). Transformation of biomass waste into sustainable organic fertilizers. *Sustainability (Switzerland)*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/su11082266>
- Cofre Santos, F., & Saltos Espín, R. D. (2018). Evaluación del rendimiento y la calidad de la zanahoria (*Daucus carota* L.) en dos sistemas de producción orgánico y convencional. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 1(1), 5–16. <https://doi.org/10.46380/rias.v1i1.11>
- Díaz, C. A. G. (2021). "Manejo del cultivo de zanahoria (*Daucus carota*) cv. Japonesa en el Valle de Cañete". Universidad Nacional Agraria La Molina.
- González, G., Galvis, J., & Florez, A. (2010). Manual para zanahoria (*Daucus carota* L.) mínimamente procesada, variedades Chantenay y Baby. In *Fundación Universitaria Agraria de Colombia*.
- Gómez, M. L., Fernández, R., & Castro, J. (2020). Impact of broadcast sowing on carrot root uniformity and yield under Mediterranean conditions. *Horticultural Science*, 55(3), 412-420. <https://doi.org/10.1234/hs.2020.0123>
- Gómez, P., López, R., & Díaz, M. (2020). Rendimiento y rentabilidad de variedades de zanahoria en formas de siembra extensiva. *Agrociencia*, 54(3), 45-58. <https://doi.org/10.1234/agro2020.5678>
- Holdridge Life Zone Classification scheme, de Peter Halasz (2007) y Ecology, de Peter Stiling (2003) <https://biogeografia.net/bioclima06e.html>

- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2009). *Zanahoria INIA 101*.
<https://repositorio.inia.gob.pe/items/0cac1776-a80e-4170-919a-37e54e9441cd>
- Koukounaras, A., Siomos, A. S., & Sfakiotakis, E. (2020). The effect of root size on quality attributes of carrot. *Scientia Horticulturae*, 265, 109208.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109208>
- Lardizábal, R. (2013). *Manual De Producción De Zanahoria*. <https://dicta.gob.hn/files/2013,-Produccion-de-zanahoria,-G.pdf>
- Li, X., Wang, Y., & Zhang, P. (2022). Optimizing sowing methods for root crops: A meta-analysis of seed distribution effects. *Agronomy Journal*, 114(1), 45-58.
<https://doi.org/10.5678/agroj.2022.0056>
- López, H., Sánchez, J., & Fernández, A. (2022). Impacto económico de diferentes métodos de siembra en el cultivo de zanahoria. *Revista de Horticultura*, 12(1), 112-125.
<https://doi.org/10.5678/horticultura.2022.9101>
- Martínez, C., Ramírez, E., & Vargas, L. (2021). Factores agronómicos y económicos en la producción de zanahoria. *Journal of Agricultural Economics*, 8(2), 78-92.
<https://doi.org/10.1016/j.jage.2021.3456>
- Mayeva, P. R. (2023). *Potencial agronómico de cultivares de zanahoria (Daucus carota L.) en condiciones edafoclimáticas del CIFO, UNHEVAL, Huánuco - 2023*. huanuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2021). *Zanahoria, sistema nacional de frutas yverduras 2021* (Issue 1).
- Morales, J. (1995). Cultivo de zanahoria. In *Fundacion de Desarrollo Agropecuario- República dominicana: Vol. Boletín NO* (p. 37). Fundacion de Desarrollo Agropecuario.
- Pallo, K. (2020). *Adaptación de diez genotipos de zanahoria (Daucus carota) para zonas de altura en Quero - Tungurahua* [Tesis de pregrado - Universidad Técnica de Ambato].
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/36444/1/008> Agronomía - Pallo Martínez Klever Daniel.pdf
- Phibunwatthanawong, T., & Riddech, N. (2019). Liquid organic fertilizer production for growing vegetables under hydroponic condition. *International Journal of Recycling of*

Organic Waste in Agriculture, 8(4), 369–380. <https://doi.org/10.1007/s40093-019-0257-7>

- Ramírez-Vidal, L., Luis-Olivas, D., Mendoza-Nieto, E., Gambini-de la Cruz, T., Gomez-da Silva, E., & Fardim-Christo, B. (2023). Efecto de fuentes orgánicas de fertilizantes sobre morfometría y rendimiento de dos variedades de zanahoria en Pomabamba, Perú. *Peruvian Agricultural Research*, 5(2), 67–73. <https://doi.org/10.51431/par.v5i2.856>
- Resende, G. M., Yuri, J. E., & Souza, R. J. (2021). Influence of planting systems on yield and quality of carrot cultivars. *Horticultura Brasileira*, 39(2), 189-195. <https://doi.org/10.1590/S0102-0536-20210208>
- Richmond-Zumbado, F., & Méndez-Soto, C. (2010). Rendimiento de 12 híbridos comerciales de zanahoria (*Daucus carota* L.) en el campo y en la planta de empaque. *Agronomía Mesoamericana*, 21(1), 167.
- Rodríguez-Pérez, W., García, E., & López, S. (2023). Genotype × sowing system interaction in carrot production: Implications for breeding programs. *Journal of Crop Improvement*, 37(2), 201-215. <https://doi.org/10.7890/jci.2023.0210>
- Rodríguez, M., García, K., & Torres, F. (2019). Comparación de métodos de siembra en hortalizas: Efecto en costos y rendimiento. *Agricultura Técnica*, 65(4), 301-315. <https://doi.org/10.4067/S0365-28072019000400301>
- Saavedra, G. (2022). *Zanahoria. Daucus carota* L., var. *sativus* Hoffm. <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/fea49afa-61fa-45cd-b4f4-d159338b2f4d/content>
- Santos, A., Silva, B., & Martins, C. (2021). Heterosis and hybrid performance in carrot: Physiological and agronomic drivers. *Euphytica*, 217(8), 1-15. <https://doi.org/10.1017/euph.2021.034>
- Schulzova, V., Koudela, M., Chmelarova, H., Hajslova, J., & Novotny, C. (2022). Assessment of Carrot Production System Using Biologically Active Compounds and Metabolomic Fingerprints. *Agronomy*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/agronomy12081770>

- Shener, C. (2021). *Inoculación con Rhizobium phaseoli en tres genotipos de Phaseolus vulgaris L. bajo dos densidades de población* [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/21834/1/1080315077.pdf>
- Smith, J. A., Wilson, R. G., Binford, G. D., & Yonts, C. D. (2002). *Tillage systems for improved emergence and yield of sugarbeets*. 18(1981), 667–672.
- Walling, E., & Vaneeckhaute, C. (2020). Greenhouse gas emissions from inorganic and organic fertilizer production and use: A review of emission factors and their variability. *Journal of Environmental Management*, 276(December). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111211>
- Wickham, A., & Davis, J. G. (2023). Optimizing Organic Carrot (*Daucus carota* var. *sativus*) Yield and Quality Using Fish Emulsions, Cyanobacterial Fertilizer, and Seaweed Extracts. *Agronomy*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/agronomy13051329>
- Yance, N. F. A. (2018). “*Evaluación de seis densidades de siembra, sobre el rendimiento de dos variedades de zanahoria (Daucus carota L.)*”. Universidad Técnica de Babahoyo.
- Ye, L., Zhao, X., Bao, E., Li, J., Zou, Z., & Cao, K. (2020). Bio-organic fertilizer with reduced rates of chemical fertilization improves soil fertility and enhances tomato yield and quality. *Scientific Reports*, 10(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56954-2>

ANEXO

Anexo 1. *Datos crudos de altura de hoja, diámetro de raíz, longitud de raíz, peso de raíz y rendimientos.*

TRATAMIENTO 1															
SURCO								VOLEO							
V1 (KURUDA)				V2 (IMPERIAL)				V1 (KURUDA)				V2 (IMPERIAL)			
HP	DR	LR	PR	HP	DR	LR	PR	HP	DR	LR	PR	HP	DR	LR	PR
68	38.36	17	150	61	44.8	13.5	175	54.8	38.85	15.6	165	52	47.44	18.2	310
70	30.24	17.2	165	78	47.32	15.8	250	60.5	42.35	15.3	180	60.5	46.29	17.3	245
70	31.95	15	950	67.5	54.6	17	335	60.5	35.43	15	115	55.3	45.37	15	225
74	38.86	17	150	67.2	43.98	19	290	65.6	38.27	15.9	165	70	44.72	16.5	205
62	37.75	14.5	145	62	37.52	17	165	69.6	38.2	16.6	160	67	40.19	15.4	200
84	35.04	14	120	59	52.1	18.5	325	70.4	46.52	16.8	260	71	45.45	16.3	245
75.5	30.09	13	90	68.2	41.95	13	160	64.2	43.93	17.1	210	67.6	44.1	14.5	180
74	32.6	14.2	110	67.5	45.16	15.2	220	63	37.57	16.7	160	72.5	52.91	16	295
70.5	32.45	13.8	105	79.6	47.2	15.8	250	71.6	40.4	16.2	195	67.5	54.4	15.2	275
74.5	38.89	14.7	150	67.5	40.66	18	215	66.5	38.64	18.8	210	55	45.89	18	250

TRATAMIENTO 2															
SURCO								VOLEO							
V1 (KURUDA)				V2 (IMPERIAL)				V1 (KURUDA)				V2 (IMPERIAL)			
HP	DR	LR	PR	HP	DR	LR	PR	HP	DR	LR	PR	HP	DR	LR	PR
77	46.45	15	215	76	42.9	21.5	300	86	37.47	20.5	205	59	46.47	12	165
55.1	43.25	17.8	200	65	44.61	15.7	225	70.5	31.24	12.5	90	74.6	45.43	11.5	155
79	32.75	14	115	71.5	42.11	16.2	200	73.8	38.88	16	180	61	46.6	15	200
54.3	42.52	17.8	245	63.6	42.11	17.8	205	71.2	33.67	11.5	100	64	38.3	11.5	120
64	37.73	17.6	165	63.5	43.75	17.2	245	73.4	40.54	13.4	135	66	45.15	12.5	160
68.5	40.3	15.5	160	64.8	45.1	17.3	260	86.1	39.16	12.4	136	74.1	49.5	14.8	215
58	38.98	12.5	125	65.1	44.26	18	220	72	35.95	11.5	115	66.5	46.51	15.5	240
65	38.95	16.9	185	66.2	46.94	17.8	255	67	37.99	13.8	140	71.8	39.26	14.6	145
57.2	40.78	12.6	130	64	51.31	18.2	325	69.5	30.79	16	115	54.2	43.15	15	170
66.7	36.24	17	135	70	45.96	14.6	200	86.5	34.47	16.3	125	71.6	44.39	13	160

TRATAMIENTO 3															
SURCO								VOLEO							
V1 (KURUDA)				V2 (IMPERIAL)				V1 (KURUDA)				V2 (IMPERIAL)			
HP	DR	LR	PR	HP	DR	LR	PR	HP	DR	LR	PR	HP	DR	LR	PR
67	44.76	12.2	180	73	52.86	17.8	320	76.5	38.38	17	210	76.1	44.87	12	175
69	43.65	13.1	180	82	51.94	16.8	295	84.2	44.83	16.3	250	54.5	55.99	16.5	345
64.5	45.9	14.1	190	57	56.8	16.7	340	59.3	40.22	13.4	150	46	47.05	18	260
67	44.19	16	215	66.8	52.49	16.7	290	75	40.25	13	150	73	38.89	13	145
67.2	39.64	15.2	175	76.2	48.35	13.4	215	73.8	40.1	16	170	73.5	46.75	15.5	210
61.5	35.78	18	175	63.2	49.97	18.8	305	77.2	38.36	14	165	77.5	43.63	14.1	180
56.2	39.7	16.1	195	70.3	46.55	14.5	215	69.6	34.71	13	105	79	44.63	12.6	180
56.6	42.68	14	170	69	41.35	14.5	190	78	35.2	14.2	140	66.6	43.17	11.6	135
58.8	42.54	16	205	81	40.5	15.3	190	77	38.75	13.6	140	79.8	40.43	12	125
77.2	38.09	13	135	74	56.7	16	360	70	41.47	13	130	63	35.35	13	130

TRATAMIENTO 4															
SURCO								VOLEO							
V1 (KURUDA)				V2 (IMPERIAL)				V1 (KURUDA)				V2 (IMPERIAL)			
HP	DR	LR	PR	HP	DR	LR	PR	HP	DR	LR	PR	HP	DR	LR	PR
62.5	56.08	14.5	240	88	49.13	15	185	61	51.1	15.5	260	61	62.11	15	285
56.6	48.92	15.5	255	71	48.94	12	160	74	55.79	14.9	235	74	45.2	12	135
68	58.68	16.4	270	87	45.54	12	135	61	52	15.6	170	50	50.12	13	180
69	49.47	15.5	235	77	43.97	13	145	74.5	47.98	13.4	260	68	53.34	16.5	250
70	60.02	13.5	275	69	44.29	15	160	58.6	58.6	17	265	70.5	62.76	14.5	220
60	43.48	17.5	230	82	40.75	17.5	230	70.3	55.19	17.5	260	69	52.7	15	215
57	39.37	15	190	59	51.1	16	145	67	56.49	16.5	265	66	51.05	14	190
67.5	46.61	15.5	210	68	47.46	15	150	63	57	17	235	65	48.87	15.5	170
63	50.19	15.5	195	79	47.93	17.5	225	73	51.4	14.5	240	67	46.9	15	185
75	47.1	14	160	57	50.37	17	200	58.5	57.76	14.5	205	71	48.7	14.5	180

DATOS OBTENIDOS PARA EL RENDIMIENTO 0.25 m2																
Var. Kuroda									Var. Imperial F1							
Bloque	T1			total	T2			total	T3			total	T4			total
I	2195	510	460	3165	685	825	605	2115	1540	1302	1520	4362	1455	720	360	2535
cantidad	11	5	13	29	5	13	15	33	10	13	30	53	2	13	7	22
II	985	985	1565	3535	1800	930	930	3660	1550	2035	950	4535	1560	520	490	2570
cantidad	11	11	38	60	19	22	22	63	8	20	20	48	7	4	11	22
III	1310	1295	770	3375	1010	510	420	1940	2605	945	820	4370	1040	1220	345	2605
cantidad	9	15	21	45	5	4	7	16	16	9	10	35	10	13	11	34
IV	720	1190	630	2540	855	605	635	2095	2060	1100	1210	4370	445	1260	820	2525
cantidad	4	14	15	33	5	6	8	19	12	6	7	25	8	5	4	17
	1ra	2da	3ra		1ra	2da	3ra		1ra	2da	3ra		1ra	2da	3ra	

Anexo 2. Estimación de costo de presupuesto para cada tratamiento

Costo de producción para 1 ha de cultivo de zanahoria (TRATAMIENTO 1) KURUDA + ALVOLEO				
Cultivo	ZANAHORIA (V: Kuroda)		T1	REDT
Área de producción :	1		ha	
Densidad	4		kg /ha	89.047065
ACTIVIDADES: T1: Kuroda + voleo	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Sub Total por Actividad (S/.)
COSTOS DIRECTOS				7,310.00
				7,310.00
PREPARACIÓN DEL TERENO				470.00
Limpieza del terreno	Jornal	1	50.00	50.00
Aradura	HM	4	70.00	280.00
Rastra o mullido	HM	2	70.00	140.00
SIEMBRA				450.00
Puesta de semilla	Jornal	3	50.00	150.00
Tapado de semilla	Jornal	6	50.00	300.00
LABORES CULTURALES				1,550.00
Control de arvenses y raleo	Jornal	25	50.00	1,250.00
Riego por inundacion por campaña (gl	Jornal	4	50.00	200.00
Control fitosanitario	Jornal	2	50.00	100.00
COSECHA				1,650.00
Extracción y amontonado	Jornal	14	50.00	700.00
Desmoche y lavado	Jornal	5	50.00	250.00
clasificación	Jornal	7	50.00	350.00
Ensacado y cosido	Jornal	7	50.00	350.00
INSUMOS				1,105.00
Control fitosanitario				
Herbicida proturon (100 gr)	bolsa	8	30.00	240.00
Fungicidas (Rhizholex)	kg	3	50.00	150.00
Insecticidas (cyperclin)	L	3	25.00	75.00
Compra de semilla				-
semilla Kuroda	kg	4	160.00	640.00
MATERIALES Y EQUIPOS				2,085.00
Costales	und	100	2.50	250.00
Pitas	und	10	1.50	15.00
Mochila fumigadora	und	2	350.00	700.00
Implementos de riego	global	1	1,000.00	1,000.00
Azadones	unid	3	40.00	120.00
COSTOS INDIRECTOS				1,601.70
Análisis del suelo		1	90.00	90.00
Alquilar de terreno	ha	1	1000.00	1,000.00
Gastos administrativos 5% CD			5%	365.50
Imprevistos 2% CD			2%	146.20
COSTOS TOTALES				8,911.70

Costo de producción para 1 ha de cultivo de zanahoria (TRATAMIENTO 2) KURUDA + SURCO				
Cultivo	ZANAHORIA (V: Kuroda)	T2	RENDT	
Área de producción :	1	ha		
Densidad	4	kg /ha	86.558824	
ACTIVIDADES: T2: Kuroda + hileras	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Sub Total por Actividad (S/.)
COSTOS DIRECTOS				7,550.00
				7,550.00
PREPARACIÓN DEL TERENO				610.00
Limpieza del terreno	Jornal	1	50.00	50.00
Aradura	HM	4	70.00	280.00
Rastra o mullido	HM	2	70.00	140.00
Surcado	HM	2	70.00	140.00
SIEMBRA				600.00
Puesta de semilla	Jornal	6	50.00	300.00
Tapado de semilla	Jornal	6	50.00	300.00
LABORES CULTURALES				1,550.00
Control de arvenses y raleo	Jornal	25	50.00	1,250.00
Riego por inundación por campaña (g)	Jornal	4	50.00	200.00
Control fitosanitario	Jornal	2	50.00	100.00
COSECHA				1,600.00
Extracción y amontonado	Jornal	13	50.00	650.00
Desmoche y lavado	Jornal	5	50.00	250.00
clasificación	Jornal	7	50.00	350.00
Ensacado y cosido	Jornal	7	50.00	350.00
INSUMOS				1,105.00
Control fitosanitario				
Herbicida proturon (100 gr)	bolsa	8	30.00	240.00
Fungicidas (Rhizholex)	kg	3	50.00	150.00
Insecticidas (cyperclin)	L	3	25.00	75.00
Compra de semilla				-
semilla Kuroda	kg	4	160.00	640.00
MATERIALES Y EQUIPOS				2,085.00
Costales	und	100	2.50	250.00
Pitas	und	10	1.50	15.00
Mochila fumigadora	und	2	350.00	700.00
Implementos de riego	global	1	1,000.00	1,000.00
Azadones	unid	3	40.00	120.00
COSTOS INDIRECTOS				1,618.50
Análisis del suelo		1	90.00	90.00
Alquilar d etermino	ha	1	1000.00	1,000.00
Gastos administrativos 5% CD			5%	377.50
Imprevistos 2% CD			2%	151.00
COSTOS TOTALES				9,168.50

Costo de producción para 1 ha de cultivo anual (TRATAMIENTO 3)
IMPERIAL F1 + ALVOLEO

Cultivo	ZANAHORIA (V: Imperial F1)		T3	RENT
Área de producción :	1	ha		
Densidad	4	kg /ha		124.49648
ACTIVIDADES: T3: Imperial F1 + voleo	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Sub Total por Actividad (S/.)
COSTOS DIRECTOS				10,420.00
				10,420.00
PREPARACIÓN DEL TERENO				470.00
Limpieza del terreno	Jornal	1	50.00	50.00
Aradura	HM	4	70.00	280.00
Rastra o mullido	HM	2	70.00	140.00
SIEMBRA				450.00
Puesta de semilla	Jornal	3	50.00	150.00
Tapado de semilla	Jornal	6	50.00	300.00
LABORES CULTURALES				1,550.00
Control de arvenses y raleo	Jornal	25	50.00	1,250.00
Riego por inundación por campaña (global)	Jornal	4	50.00	200.00
Control fitosanitario	Jornal	2	50.00	100.00
COSECHA				1,900.00
Extracción y amontonado	Jornal	16	50.00	800.00
Desmoche y lavado	Jornal	6	50.00	300.00
clasificación	Jornal	8	50.00	400.00
Ensacado y cosido	Jornal	8	50.00	400.00
INSUMOS				3,965.00
Control fitosanitario				
Herbicida proturon (100 gr)	bolsa	8	30.00	240.00
Fungicidas (Rhizholex)	kg	3	50.00	150.00
Insecticidas (cyperclin)	L	3	25.00	75.00
Compra de semilla				-
semilla Imperial F1	kg	3.5	1,000.00	3,500.00
MATERIALES Y EQUIPOS				2,085.00
Costales	und	100	2.50	250.00
Pitas	und	10	1.50	15.00
Mochila fumigadora	und	2	350.00	700.00
Implementos de riego	global	1	1,000.00	1,000.00
Azadones	unid	3	40.00	120.00
COSTOS INDIRECTOS				1,819.40
Analisis del suelo		1	90.00	90.00
Alquilar de terreno	ha	1	1000.00	1,000.00
Gastos administrativos 5% CD			5%	521.00
Imprevistos 2% CD			2%	208.40
COSTOS TOTALES				12,239.40

Costo de producción para 1 ha de cultivo anual (TRATAMIENTO 4)				
IMPERIAL FI + SURCO				
Cultivo	ZANAHORIA (V: Imperial F1)		T4	RENDT
Área de producción :	1		ha	
Densidad	4		kg /ha	90.308824
ACTIVIDADES: T4: Imperial F1+ hileras	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Sub Total por Actividad (S/.)
COSTOS DIRECTOS				10,460.00
				10,460.00
PREPARACIÓN DEL TERENO				610.00
Limpieza del terreno	Jornal	1	50.00	50.00
Aradura	HM	4	70.00	280.00
Rastra o mullido	HM	2	70.00	140.00
Surcado	HM	2	70.00	140.00
SIEMBRA				600.00
Puesta de semilla	Jornal	6	50.00	300.00
Tapado de semilla	Jornal	6	50.00	300.00
LABORES CULTURALES				1,550.00
Control de arvenses y raleo	Jornal	25	50.00	1,250.00
Riego por inundación por campaña (global)	Jornal	4	50.00	200.00
Control fitosanitario	Jornal	2	50.00	100.00
COSECHA				1,650.00
Extracción y amontonado	Jornal	14	50.00	700.00
Desmoche y lavado	Jornal	5	50.00	250.00
clasificación	Jornal	7	50.00	350.00
Ensacado y cosido	Jornal	7	50.00	350.00
INSUMOS				3,965.00
Control fitosanitario				
Herbicida proturon (100 gr)	bolsa	8	30.00	240.00
Fungicidas (Rhizholex)	kg	3	50.00	150.00
Insecticidas (cyperclin)	L	3	25.00	75.00
Compra de semilla				-
semilla Imperial F1	kg	3.5	1,000.00	3,500.00
MATERIALES Y EQUIPOS				2,085.00
Costales	und	100	2.50	250.00
Pitas	und	10	1.50	15.00
Mochila fumigadora	und	2	350.00	700.00
Implementos de riego	global	1	1,000.00	1,000.00
Azadones	unid	3	40.00	120.00
COSTOS INDIRECTOS				1,822.20
Análisis del suelo		1	90.00	90.00
Alquilar de terreno	ha	1	1000.00	1,000.00
Gastos administrativos 5% CD			5%	523.00
Imprevistos 2% CD			2%	209.20
COSTOS TOTALES				12,282.20

Anexo 3. Resultado de análisis del suelo experimental

INFORME DE ENSAYO						
N° 10275-23/SU/ LABSAF - CANAAN						
I. INFORMACIÓN GENERAL						
Cliente	: Heydi Noemí Aguilar					
Propietario / Productor	: Heydi Noemí Aguilar					
Dirección del cliente	: Asoc. Los Mecánicos Mz I-1 Lote 3 A - Ayacucho					
Solicitado por	: Heydi Noemí Aguilar					
Muestreado por	: Cliente					
Número de muestra(s)	: 01 muestra					
Producto declarado	: Suelo Agrícola					
Presentación de las muestras(s)	: Bolsa de plástico transparente					
Referencia del muestreo	: Reservado por el Cliente					
Procedencia de muestra(s)	: Tambillo - Huamanga - Ayacucho					
Fecha(s) de muestreo	: 06-10-2023 (*)					
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2023-10-06					
Lugar de ensayo	: Laboratorio de Suelos, Aguas y Follares - LABSAF Cnaan					
Fecha(s) de análisis	: 2023-10-09 al 2023-10-12					
Cotización del servicio	: 096-23-CA					
Fecha de emisión	: 2023-10-13					
II. RESULTADO DE ANÁLISIS						
ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU1440-CA-23					
Matriz Analizada	Suelo					
Fecha de Muestreo	06/10/2023(*)					
Hora de Inicio de Muestreo (h)	10:00 (*)					
Condición de la muestra	Conservada					
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	--					
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH	unid. pH	0.1	7.4			
Conductividad Eléctrica	mS/m	1.0	8.3			
Materia Orgánica (**)	%	0.2	1.9			
Nitrógeno (**)	%	--	0.10			
Fósforo disponible (**)	mg/kg	--	33.76			
Potasio disponible (**)	mg/kg	--	151.76			
Carbonato de calcio (**)	%	--	--			
Acidez Intercambiable(**)	cmol (+)/Kg	--	--			
Aluminio Intercambiable(**)	cmol (+)/Kg	--	--			
Textura (**)						
Arena	%	--	54			
Limo	%	--	34			
Arcilla	%	--	12			
Clase Textural	---	--	Franco Arenoso			
Bases Intercambiables (**)						
Calcio Intercambiable (**)	cmol (+)/Kg	0.20	3.86			
Magnesio Intercambiable(**)	cmol (+)/Kg	0.10	3.26			
Potasio Intercambiable(**)	cmol (+)/Kg	0.10	2.58			
Sodio Intercambiable (**)	cmol (+)/Kg	0.10	2.54			
CIC (**)	cmol (+)/Kg	--	12.25			

Anexo 4. Paneles fotográficos del proceso de elaboración de la tesis



Imagen 01: semillas de la variedad imperial y de la variedad kuruda.



Imagen 02: nivelación y preparación de terreno



Imagen 03: Formación de unidades experimentales.



Imagen 04: altura de la planta de zanahoria después de 60 días de la siembra.



Imagen 05: deshierbo del cultivo de zanahoria.



Imagen 06: segundo deshierbo del cultivo de zanahoria.



Imagen 07: altura de la planta de zanahoria después de 120 días de la siembra.



Imagen 08: cultivos de zanahoria.



Imagen 09: altura de la planta de zanahoria después de 150 días de la siembra (cosecha).



Imagen 10: lavado y clasificación de la planta.



Imagen 11: pesado de la zanahoria de la variedad kuruda.



Imagen 12: pesado de la zanahoria variedad. Imperial.



Imagen 13: toma de datos del peso de zanahoria (var. Imperial)



Imagen 14: Toma de datos de la longitud de la raíz de la planta



Imagen 15: Toma de datos de diámetro de la raíz de la zanahoria



Imagen 16: Toma de datos de la altura de la raíz de la planta



Imagen 17: Imagen lavado y clasificación de la planta



Imagen 18: Evaluación de la variedad kuruda y variedad imperial

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. HEIDY NOEMI AGUILAR ROMANI

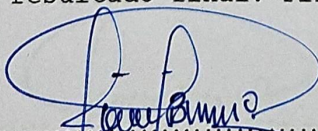
R.D. N° 363-2025-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los veintitrés días del mes de diciembre del año dos mil veinticinco, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por el Dr. Rolando Bautista Gómez, Ing. Edgar Tenorio Mancilla como asesor, M.Sc. Alejandro Camasca Vargas y el Ing. Eduardo Robles García; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Formas de siembra en el rendimiento de dos variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.), Huatatas, Ayacucho - 2024**, para obtener el Título Profesional de Ingeniera Agrónoma, presentado por la Bachiller **HEIDY NOEMI AGUILAR ROMANI**.

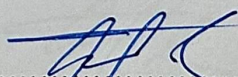
El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas,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

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. Rolando Bautista Gómez	15	14	14	14
Ing. Edgar Tenorio Mancilla	16	15	15	15
M.Sc. Alejandro Camasca Vargas	17	15	16	16
Ing. Eduardo Robles García	14	14	14	14
PROMEDIO GENERAL				15

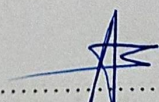
Acto seguido se invita a la sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.



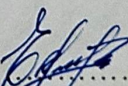
.....
Dr. Rolando Bautista Gómez
Presidente



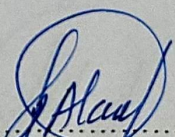
.....
Ing. Edgar Tenorio Mancilla
Asesor



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



.....
Ing. Eduardo Robles García
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 la R.D N° 213-2025-UNSCH-FCA-D; hace constar que el trabajo titulado:

Formas de siembra en el rendimiento de dos variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.) Huatatas, Ayacucho – 2024

Autor : HEIDY NOEMI AGUILAR ROMANI
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 dieciocho por ciento **(18%)** 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: 2999303946

Ayacucho, 17 de julio de 2026

.....
Jorge Luis Huamancusi Morales

M.Sc. en Producción Agrícola

E.P. Agronomía

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Formas de siembra en el rendimiento de dos variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.) Huatatas, Ayacucho – 2024

por Heidy Noemi AGUILAR ROMANI

Fecha de entrega: 17-jul-2026 10:22a. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2999303946

Nombre del archivo: 1._tesis_zanahoria_HEY_2026.pdf (3.17M)

Total de palabras: 14980

Total de caracteres: 79627

Formas de siembra en el rendimiento de dos variedades de zanahoria (Daucus carota L.) Huatatas, Ayacucho – 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%	19%	4%	14%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe	8%
	Fuente de Internet	
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	7%
	Trabajo del estudiante	
3	alicia.concytec.gob.pe	1%
	Fuente de Internet	
4	dspace.utb.edu.ec	1%
	Fuente de Internet	
5	repositorio.unc.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
6	repositorio.uta.edu.ec	<1%
	Fuente de Internet	
7	Submitted to Universidad Nacional de Trujillo	<1%
	Trabajo del estudiante	

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 30 words
Excluir bibliografía	Activo		

Formas de siembra en el rendimiento de dos variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.) Huatatas, Ayacucho – 2024

Heidy Noemi, Aguilar Romani¹

Heidy.aguilar.01@unsch.edu.pe

Edgar Tenorio Mancilla²

edgar.tenorio@unsch.edu.pe

Áreas de investigación: Medio Ambiente

Línea de investigación: Sistemas de Producción Agrícola

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar las formas de siembra en el rendimiento de dos variedades de zanahoria, bajo las condiciones de la localidad de Huatatas – Ayacucho; Se evaluaron 5 caracteres agronómicos cuantitativos como altura de planta, diámetro de raíz, longitud de raíz, peso promedio de la raíz y rendimiento. Se utilizó el Diseño de Bloques Completos Randomizado (DBCR), con arreglo factorial de dos variedades (Imperial y Kuruda) y dos formas de siembra (Surco y voleo); lo que resulta 4 tratamientos manejados con 3 repeticiones. En los resultados más destacados, las variables de altura de planta, longitud de raíz y peso de raíz, no mostraron diferencias significativas estadísticamente entre variedades ni en formas de siembra. En diámetro de raíz, se encontró influencias significativas de las variedades, siendo imperial superior respecto a kuruda. En rendimiento por categorías (primera, segunda y tercera), no se evidenciaron diferencias estadísticas ni en el efecto de las variedades y formas de siembra. No obstante, en el rendimiento total se encontró efecto positivo, destacando la interacción de los factores, en este caso, la combinación de la variedad Imperial F1 y la siembra al voleo alcanzó el mayor rendimiento (124.5 t/ha), superando a la variedad Kuroda en un 27.71 %. En Análisis económico, el tratamiento T3 (variedad Imperial F1 + forma de siembra al voleo) presentó el mayor porcentaje de rentabilidad, con un valor de 415.8% y beneficio costo (B/C) (4.16). Estos resultados evidencian que, bajo las condiciones evaluadas, el tratamiento T3 no solo fue el más eficiente en términos productivos, sino también el más rentable.

Palabras clave: Formas de siembra, variedades, rentabilidad, Zanahoria.

Planting methods on the yield of two carrot (*Daucus carota* L.) varieties in Huatatas, Ayacucho – 2024

Heidy Noemi, Aguilar Romani¹

Heidy.aguilar.01@unsch.edu.pe

Edgar Tenorio Mancilla²

edgar.tenorio@unsch.edu.pe

Research Areas: Environment

Research Line: Agricultural Production Systems

ABSTRACT

In order to evaluate the effects of planting methods on the yield of two carrot varieties under the environmental conditions of Huatatas – Ayacucho, five quantitative agronomic traits were assessed: plant height, root diameter, root length, average root weight, and yield. A Randomized Complete Block Design (RCBD) was utilized with a factorial arrangement of two varieties (Imperial and Kuruda) and two planting methods (furrow and broadcasting), resulting in four treatments managed with three replications. Regarding the most prominent results, the variables of plant height, root length, and root weight showed no statistically significant differences between varieties or planting methods. For root diameter, significant influences were found among the varieties, with Imperial being superior to Kuruda. In terms of yield by commercial categories (first, second, and third class), no statistical differences were evident for either the effect of the varieties or the planting methods. However, a positive effect was observed in total yield, highlighting the interaction of the factors; in this case, the combination of the Imperial F1 variety and broadcast sowing achieved the highest yield (124.5 t/ha), outperforming the Kuruda variety by 27.71%. In the economic analysis, treatment T3 (Imperial F1 variety + broadcast sowing method) exhibited the highest profitability percentage, with a value of 415.8% and a benefit-cost ratio (B/C) of (4.16). These results demonstrate that, under the evaluated conditions, treatment T3 was not only the most efficient in productive terms but also the most profitable.

Keywords: Planting methods, varieties, profitability, carrot.

INTRODUCCIÓN

La zanahoria (*Daucus carota* L.) forma parte de las hortalizas con alto valor nutritivo y también en el aspecto económico, cuya producción es indispensable para satisfacer las necesidades alimenticias (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2021; Brown, 2017). La zanahoria es uno de los 10 cultivos más producidos a nivel global, con un área de producción de 1.12 millones de hectáreas. La zanahoria, forma parte de la dieta humana, incluso para los animales; la concentración de las propiedades nutricionales (carotenoides, azúcares libres, etc.) son propiedades potenciales para la salud (Bhandari et al., 2022). Mediante una comparación entre la producción convencional y orgánico; bajo el tratamiento orgánico, encontraron un 14.5% más de rendimiento comercializable, 14.1% menos en contenido de nitrato, 10% más en contenido de vitamina C. esto demuestra que las fuentes orgánicas como formas alternativas de producción influyen sobre la calidad de zanahoria (Bender et al., 2020).

No obstante, en la actualidad persisten problemáticas tanto técnicas y productivas que reducen el rendimiento y también la calidad comercial de zanahoria, son muchos los factores que influyen como: variabilidad en la emergencia, en desarrollo tamaño radicular, respuestas varietales, etc. manejo (Gómez, Fernández & Castro, 2020; Koukounaras, Siomos & Sfakiotakis, 2020). La elección de formas de siembra es esencial, y cuando se elige de forma inadecuada puede influir en formación de raíces (mal formaciones como bifurcaciones), baja uniformidad, categorías comerciales de baja calidad y, todo ello afecta a la calidad comercial e ingresos económicos (Resende, Yuri & Souza, 2021). Las respuestas de las variedades son variables, por lo que la elección es fundamental, estas características condicionan rasgos morfológicos. En este sentido, comparar variedades es fundamental e indispensable para poder recomendarlas con datos contrastadas a nivel local (Bhandari et al., 2022; Richmond-Zumbado & Méndez-Soto, 2010).

Ante este problema, las formas de siembra constituyen una alternativa de manejo simple, pero de alto impacto en la distribución de las semillas, competencias intra e interespecífica y, por ende, estos repercuten en el rendimiento y calidad (Li, Wang & Zhang, 2022; Gómez, López & Díaz, 2020). Estudios recientes muestran que la interacción genotipo por formas de siembra puede ser determinante: ciertas variedades presentan heterosis y mejor respuesta en formas que favorecen espaciamiento y menor competencia, mientras que otras son menos sensibles a las formas de siembra (Rodríguez-Pérez, García & López, 2023). Además, la elección combinada de variedad y formas de siembra repercute en la rentabilidad del cultivo, por lo que es necesario

evaluar tanto los efectos agronómicos como económicos de dichas prácticas en condiciones locales (López et al., 2022; Martínez et al., 2021).

En función de las aseveraciones anteriores, en Ayacucho el cultivo de zanahoria es muy importante para su consumo culinario y se considera que tiene un importante valor nutritivo y económico para los horticultores, tanto es así que en nuestra región contamos con diferentes nichos ecológicos aptos para el cultivo de zanahoria. Sin embargo, el escaso conocimiento de las bondades que poseen las diferentes formas de siembra, los niveles de materia orgánica en diferentes variedades, permitirán la optimización de un mayor rendimiento de zanahoria. Como consecuencia, el poco conocimiento de los horticultores de nuestra región en cuanto a las formas de siembra en el campo de cultivo hace necesario la ejecución del experimento con la finalidad de aportar conocimientos que optimicen los recursos para un manejo adecuado y rentable. Este trabajo de investigación servirá a los productores horticultores como fuente de consulta, asimismo, a los profesionales como antecedente para seguir indagando a favor de la seguridad alimentaria inocuo.

Objetivos generales:

Evaluar las formas de siembra en el rendimiento de dos variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.) Huatatas, Ayacucho - 2024.

Objetivos específicos:

1. Comparar las formas de siembra en el rendimiento de zanahoria (*Daucus carota* L.)
2. Comparar las dos variedades en el rendimiento de zanahoria (*Daucus carota* L.)
3. Efectuar el análisis de costo beneficio de los tratamientos

II. METODOLOGIA

2.1. Ubicación de la zona de estudio

El proyecto de investigación se llevó a cabo en Santiago de Huatatas, del distrito de Tambillo de la provincia de Huamanga del departamento de Ayacucho, ubicado en la región quechua a una altitud de 2685 msnm, latitud de 13° 11' 17''S y longitud de 74° 11' 32''O, El Valle de Huatatas pertenece a la zona de vida estepa espinoso – montano bajo subtropical (ee-MBS), Holdridge (1947).

2.2. Condiciones climáticas

las temperaturas promedio más baja y más alta en el área experimental son 6.5 °C y 27.7 °C, Según la estación meteorológica INIA-Canaán. La precipitación total anual es de 569.9 mm. De acuerdo al balance hídrico, las temperaturas máxima, mínima y media registrada entre los meses de junio 2023 a mayo 2024 fueron de 25.37, 10.09 y 17.73 C° respectivamente. Se muestra un déficit hídrico entre los meses de abril y mayo durante la campaña agrícola del 2024 con la precipitación total de 639.60 mm.

2.3. Características del suelo

Las características principales del suelo experimental se describen de la siguiente manera: la materia orgánica es bajo (1.9 %); mientras, el fósforo y potasio se encuentran en nivel alto (33.76 ppm) y medio (151.76 ppm), respectivamente. Referente a la reacción del suelo, presenta ligeramente alcalino (pH = 7.4). Asimismo, la conductividad eléctrica fue 0.21 dS m⁻¹ (suelo normal) y clases textural de franco arenoso. Análogamente, el PSI (Porcentaje de sodio intercambiable) se encuentra en 20.75% > 15%, lo que sugiere que el suelo contiene sodio en nivel alto y que podría tener influencia en el rendimiento.

2.4. Material vegetal

Se utilizaron dos variedades de zanahoria (*Daucus carota*): Kuroda (v1) e Híbrido Imperial F1 (v2), cuyas semillas fueron adquiridas en la empresa ALABAMA, ubicada en la Av. Óscar R. Benavides 5737 (ex Av. Colonial). Para la evaluación experimental, además del factor variedad (V), se establecieron dos formas de siembra (F) siembra al voleo en camas (f1) y siembra en hileras a un lado del surco (f2).

2.5. Variables

2.5.1. Variables independientes

Características de las variables independientes

<i>Variables Independientes</i>	<i>Indicadores</i>
Formas De Siembra	FS1: Voleo FS2: Hilera
Variedad	v1: Kuroda v2: Híbrido Imperial F1

2.5.2. Variables dependientes

Características de los variables dependientes

Variables dependientes	indicadores
Rendimientos	1. Altura de la planta (cm) 2. Diámetro de la raíz 3. Longitud de la raíz (cm) 4. Peso de la raíz 1ra, 2da, 3ra (kg) 5. Rendimiento (kg/tn)

2.6. Diseño experimental

El experimento se instaló bajo el Diseño de Bloques Completo Randomizado (DBCR); con arreglo factorial de dos variedades con dos formas de siembra; lo que resulta 4 tratamientos y 3 bloques (repeticiones). El modelo aditivo lineal:

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

Donde:

- ✓ Y_{ijk} : Observación del tratamiento con el i-ésimo nivel de A, j-ésimo nivel de B, k-ésimo repetición.
- ✓ μ : Media general.
- ✓ B_k : efecto de bloque
- ✓ α_i : Efecto del i-ésimo de variedad (factor A).
- ✓ β_j : Efecto del j-ésimo factor de siembre (factor B).
- ✓ $(\alpha\beta)_{ij}$: Interacción entre variedad y forma de siembra.
- ✓ ϵ_{ijk} : Error experimental

2.7. Características de los tratamientos

Tratamientos	Código	Descripción
T1	v1*f1	Kuroda + voleo
T2	v1*f2	Kuroda + hileras
T3	v2*f1	Imperial F1 + voleo
T4	v2*f2	Imperial F1 + hileras

III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Altura de la planta.

Tabla 3.1 Análisis de varianza del efecto variedades y formas de siembra en la altura de planta en (cm), en la zanahoria (*Daucus carota* L.).

Altura de la planta					
F.V.	G. L	S. C	C. M	Fc	P.valor
Bloques	3	42.76	14.253	0.905	0.4759 ns
Variedades (V)	1	4.43	4.430	0.281	0.6086 ns
Forma de siembra (S)	1	2.99	2.990	0.190	0.6731 ns
Interacción (V*S)	1	30.47	30.470	1.935	0.1977 ns
Error	9	141.73	15.748		
Total	15	222.39			
C. V. (%):	5.78				

En la Tabla 3.1 se presenta el Análisis de Varianza (ANOVA) para la variable altura de planta, evaluada en dos variedades y dos formas de siembra. Los resultados indican que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las variedades, las formas de siembra, ni en la interacción entre ambos factores. El coeficiente de variación (CV) obtenido fue de 5.78 %, lo que refleja una alta precisión experimental y confiabilidad en la medición de esta variable.

Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Yance (2018), quien tampoco encontró diferencias significativas en la altura de planta al evaluar seis densidades de siembra en relación con el rendimiento, lo que sugiere que esta variable puede no ser fuertemente influenciada por los factores evaluados en ciertos contextos agronómicos

3.2. Diámetro de la raíz

Tabla 3.2. *Análisis de varianza del efecto variedades y formas de siembra en el diámetro de raíz en mm, en la zanahoria (Daucus carota L.)*

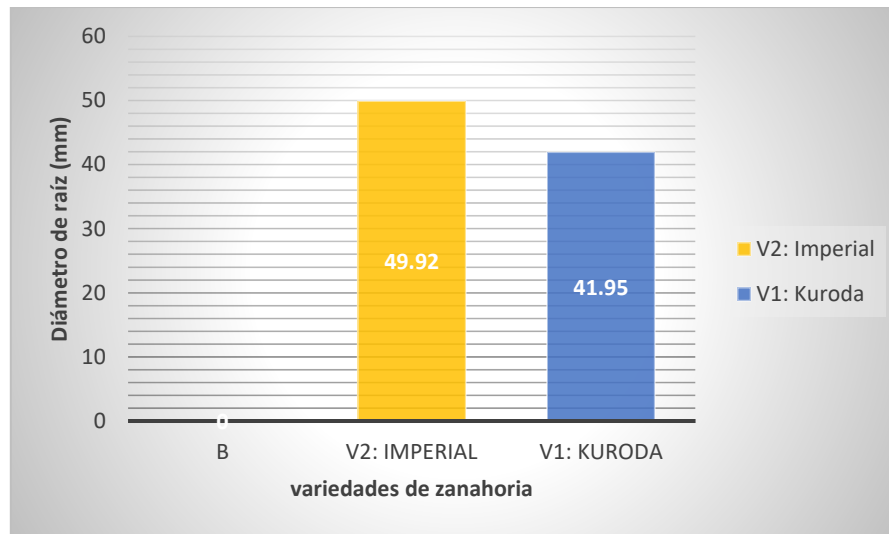
Diámetro de raíz					
F.V.	G. L	S. C	C. M	Fc	P.valor
Bloques	3	316.24	105.413	2.464	0.1289 ns
Variedades (V)	1	254.22	254.220	5.943	0.0375 *
Forma de siembra (S)	1	51.45	51.450	1.203	0.3013 ns
Interacción (V*S)	1	28.88	28.880	0.675	0.4325 ns
Error	9	385	42.778		
Total	15	1035.79			
C. V. (%):	14.2				

En la Tabla 3.2 se presenta el Análisis de Varianza (ANOVA) correspondiente a la variable diámetro de raíz, evaluada en dos variedades de zanahoria y dos formas de siembra. Los resultados muestran una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre las variedades, lo que indica que el diámetro de raíz estuvo influenciado por el material genético y que uno de ellos defiere del otro. En cambio, no se encontraron diferencias significativas para las formas de siembra ni para la interacción Variedad $\times$ Forma de Siembra ($V \times S$), lo que sugiere que estos factores no influyeron de manera diferenciada en el diámetro de raíz en las condiciones del estudio. El coeficiente de variación (CV) obtenido para esta variable fue de 14.2 %, lo cual se considera aceptable dentro de ensayos de campo, indicando una buena precisión y confiabilidad de los resultados.

Estos hallazgos coinciden parcialmente con lo reportado por Yance (2018), quien al evaluar seis densidades de siembra en dos variedades también encontró diferencias significativas entre variedades, reafirmando la influencia genética en el comportamiento agronómico del cultivo.

Figura 3.2.

Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) del diámetro de la raíz en (mm) bajo el efecto principal de las variedades.



En la Figura 3.2 se presenta la comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$), donde se observa que existen diferencias estadísticas significativas entre las variedades de zanahoria evaluadas. La variedad Imperial presentó el mayor diámetro de raíz, con un valor promedio de 49.92 mm, superando a la otra variedad con 8 mm, equivalente a un incremento de 16%. Finalmente, la variedad Kuroda mostró diámetro inferior estadísticamente respecto a la otra variedad, 41.95 mm.

Estos resultados coinciden parcialmente con lo reportado por Pallo (2020), quien encontró que la variedad Imperial alcanzó un diámetro promedio de 43.2 mm, superior al de la variedad Kuroda, que registró 35.7 mm, en un estudio de adaptación de diez genotipos de zanahoria a más de 3000 msnm. De acuerdo con Ceballos y De La Cruz (2002), el diámetro de la raíz de zanahoria puede variar entre 2 y 4 cm, llegando incluso hasta 10 cm, dependiendo de la variedad y su grado de adaptación a las condiciones agroecológicas. En función de estos resultados, se puede inferir que la variedad Imperial mostró una mejor adaptación a las condiciones locales en comparación con la variedad Kuroda, lo que explicaría las diferencias estadísticamente significativas observadas en el diámetro de raíz.

3.3.Longitud de la raíz

Tabla 3.3. *Análisis de varianza del efecto variedades y formas de siembra en la longitud de raíz en (cm), en la zanahoria (Daucus carota L.)*

Longitud de raíz					
F.V.	G. L	S. C	C. M	Fc	P.valor
Bloques	3	2.76	0.920	1.098	0.3985 ns
Variedades (V)	1	0.21	0.210	0.251	0.6274 ns
Forma de siembra (S)	1	2.34	2.340	2.793	0.1290 ns
Interacción (V*S)	1	2.36	2.360	2.817	0.1279 ns
Error	9	7.54	0.838		
Total	15	15.21			
C. V. (%):	5.98				

En la Tabla 3.3 se presenta el Análisis de Varianza (ANOVA) de la variable longitud de raíz, evaluada en función de dos variedades de zanahoria y dos formas de siembra. Los resultados muestran que no se encontraron diferencias estadísticas significativas ni entre las variedades, ni entre las formas de siembra, ni en la interacción entre ambas ($V \times FS$); es decir, los tratamientos no tuvieron efecto positivo diferenciado en longitud de raíz. El coeficiente de variación (CV) obtenido fue de 5.98 %, lo que indica una buena precisión experimental y confiabilidad en los datos obtenidos para esta variable. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Ramírez-Vidal et al. (2023), quienes al evaluar dos variedades de zanahoria tampoco encontraron diferencias significativas en cuanto a la longitud de raíz, lo que sugiere que esta característica puede estar influenciada en menor medida por la variedad o el tipo de siembra bajo condiciones similares.

3.4. Peso de la raíz por planta

Tabla 3.4. *Análisis de varianza del efecto variedades y formas de siembra en el peso de la raíz (gr), en la zanahoria (Daucus carota L.)*

Peso de raíz					
F.V.	G. L	S. C	C. M	Fc	P.valor
Bloques	3	3469.09	1156.363	0.823	0.5135 ns
Variedades (V)	1	3231.92	3231.920	2.300	0.1637 ns
Forma de siembra (S)	1	2361.96	2361.960	1.681	0.2271 ns
Interacción (V*S)	1	153.76	153.760	0.109	0.7484 ns
Error	9	12648.7	1405.411		
Total	15	21865.44			
C. V. (%):	18.5				

En la Tabla 3.4 se presenta el Análisis de Varianza (ANOVA) de la variable peso de la raíz, evaluada en dos variedades y dos formas de siembra. Los resultados indican que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades, formas de siembra ni en la interacción entre ambas (Variedad $\times$ Siembra). Es decir, los factores de estudio no influyeron de forma diferenciada en peso promedio por planta, por lo que las respuestas son similares estadísticamente en todos los tratamientos. El coeficiente de variación (CV) fue de 18.5%, lo que sugiere un nivel aceptable de precisión experimental y confiabilidad en los datos obtenidos.

3.5. Rendimiento por categoría

Tabla 3.5. Análisis de varianza del efecto variedades y formas de siembra en el rendimiento ($t\ ha^{-1}$), en la zanahoria (*Daucus carota* L.), según categorías 1ra, 2da y 3ra.

Rendimiento ($t\ ha^{-1}$) de zanahoria por categoría				
		1ra	2da	3ra
F.V.	G. L	SUMA DE CUADRADOS		
Bloques	3	693.63 sn	133.01 sn	325.27 sn
Variedades (V)	1	372.07 sn	302.63 sn	6.32 sn
Forma de siembra (S)	1	180.35 sn	63 sn	234.36 sn
Interacción (V*S)	1	276.92 sn	5.74 sn	160.35 sn
Error	9	2770.53	1357.940	824.13
Total	15	4293.5	1862.32	1550.4
C. V. (%):		41.38	39.55	39.63

En la Tabla 3.5 se presenta el Análisis de Varianza (ANOVA) del rendimiento de zanahoria en función de dos variedades y dos formas de siembra. Los resultados muestran que no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) ni entre las variedades, ni entre las formas de siembra, ni en la interacción entre ambas ($V \times S$). Por lo que se asume que, las respuestas en todos los tratamientos fueron similares estadísticamente.

El coeficiente de variación (CV) para esta variable osciló entre 39.55 % y 41.38 %, lo cual indica una relativa variación de los datos. Este nivel de variabilidad sugiere que los datos no son homogéneos, posiblemente debido a factores externos no controlados durante el experimento, como variaciones en el microclima, el manejo agronómico o las características del suelo.

3.6.Rendimiento total

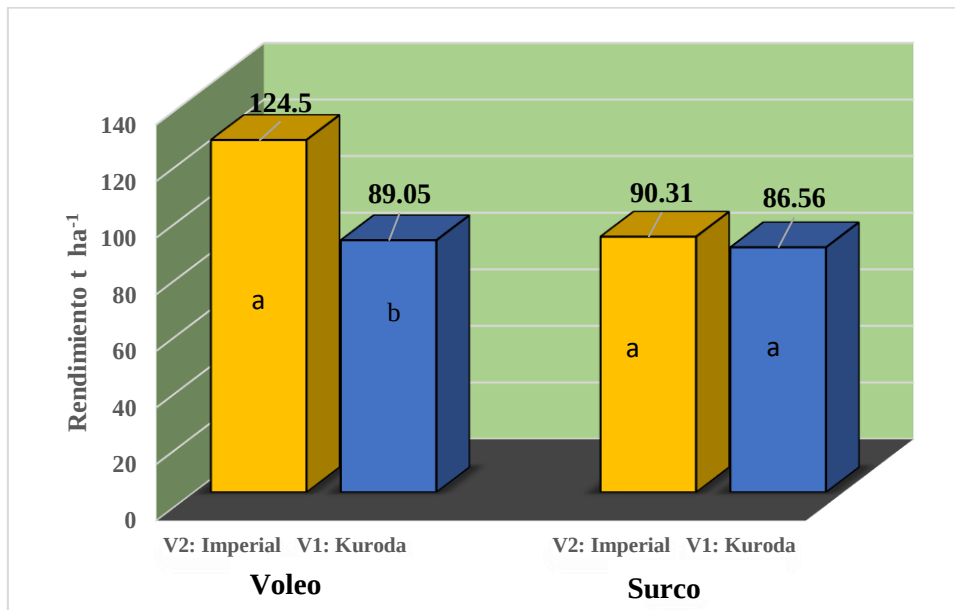
Tabla 3.6. *Análisis de varianza del efecto variedades y formas de siembra en el rendimiento total (t/ha) en zanahoria (Daucus carota L.)*

Rendimiento total (t ha-1)					
F.V.	G. L	S. C	C. M	Fc	P.valor
Bloques	3	1161.53	387.177	1.979	0.1878 ns
Variedades (V)	1	1536.58	1536.580	7.855	0.0206 *
Forma de siembra (S)	1	1345.11	1345.110	6.876	0.0277 *
Interacción (V*S)	1	1004.81	1004.810	5.137	0.0497 *
Error	9	1760.56	195.618		
Total	15	6808.09			
C. V. (%):	14.3				

En la Tabla 3.6 se presenta el Análisis de Varianza (ANOVA) para la variable rendimiento, los resultados muestran que existen diferencias estadísticas significativas tanto para el factor variedad, como para la forma de siembra y la interacción entre ambos factores ($V \times S$), lo que indica que, por lo menos uno de los tratamientos es superior al resto; asimismo, la significancia en la interacción indica que la respuesta del rendimiento de zanahoria responde muy bien a la combinación de variedad y de la forma de siembra utilizada. El coeficiente de variación (CV) obtenido fue de 14.5 %, lo cual se considera aceptable en estudios de campo, y sugiere una adecuada precisión y confiabilidad en los resultados del experimento.

De forma concordante, Ramírez-Vidal et al. (2023), al evaluar el rendimiento de dos variedades de zanahoria, entre ellas *Imperial F1*, bajo la aplicación de diferentes fuentes orgánicas, reportaron diferencias altamente significativas para los factores variedad, fuente orgánica y su interacción, respaldando los hallazgos del presente estudio

Figura 3.6. Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) en el rendimiento ($t\ ha^{-1}$) bajo el efecto simple de las variedades y formas de siembra.



En la Figura 3.6 se muestra comparación de medias de los efectos simples de variedades y formas de siembra en el rendimiento de zanahoria. Según los resultados, en las formas de siembra de voleo, la variedad híbrida Imperial resultó con mejor rendimiento estadísticamente, cuyo valor encontrado fue $124.5\ t\ ha^{-1}$, con una ventaja de $35.45\ t\ ha^{-1}$, equivalente a 28.47% de incremento respecto a la variedad Koruda.

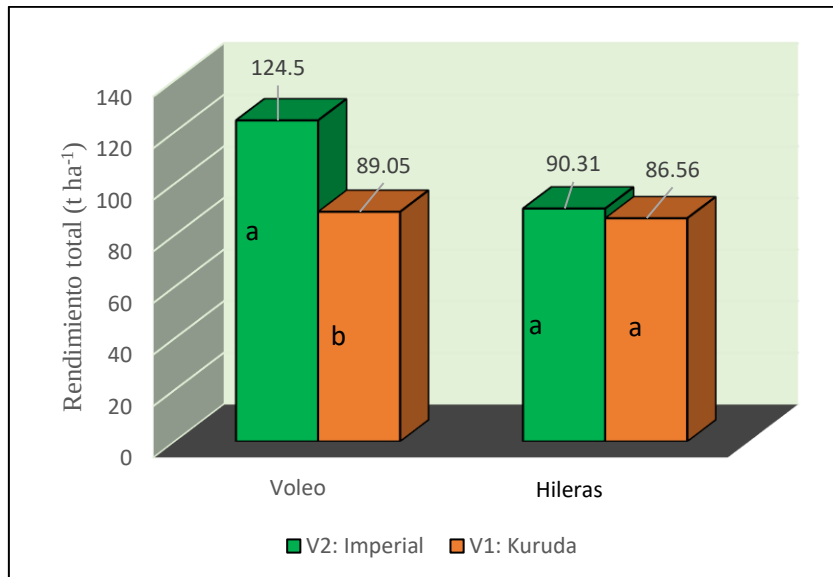
En las formas de siembra de surco, tanto la variedad Híbrida Imperial y Koruda tuvieron respuestas similares estadísticamente (“a”), cuyos valores encontrados fueron 90.31 y $86.56\ t\ ha^{-1}$, respectivamente (Figura 3.6).

Los resultados obtenidos en este estudio evidencian que la variedad Imperial presentó un mayor rendimiento en ambas formas de siembra (surco y voleo), en comparación con la variedad Kuroda, que mostró los rendimientos más bajos bajo las mismas condiciones. Esta diferencia puede atribuirse principalmente a características morfológicas superiores de la variedad Imperial, como el mayor tamaño y peso de raíz, factores que, según Shener (2021), son determinantes en el rendimiento del cultivo de zanahoria. De manera consistente, Pallo (2020) reportó en su estudio de adaptación varietal que la variedad Imperial alcanzó un rendimiento promedio de $122.33\ t\ ha^{-1}$, superando significativamente a la variedad Kuroda, que registró $68\ t\ ha^{-1}$ en condiciones similares. Estos datos respaldan los resultados obtenidos en el presente trabajo, confirmando el mejor desempeño productivo de la variedad Imperial. La ventaja

observada en la variedad Imperial coincide con lo señalado por Santos et al. (2021), quienes destacan que los híbridos de zanahoria suelen mostrar un mayor vigor híbrido (heterosis), mejor tolerancia a condiciones de estrés abiótico y una mayor uniformidad en su aspecto, lo que se refleja en una productividad superior. En su estudio, híbridos similares llegaron a superar en un 25 a 30% el rendimiento de las variedades tradicionales cuando se utilizaron métodos de siembra directa.

El mayor rendimiento observado en la siembra al voleo para la variedad Imperial podría explicarse por la distribución más uniforme de las semillas, lo que ayuda a reducir la competencia entre plantas. Gómez & Castro (2020) señalaron que este método favorece el aprovechamiento del espacio y la luz durante las primeras etapas del cultivo, aunque requiere un manejo cuidadoso de la densidad de siembra. Por otro lado, Li & Zhang (2022) advierten que el voleo puede aumentar el riesgo de desuniformidad en suelos con pendientes, un factor que no resultó limitante en este estudio.

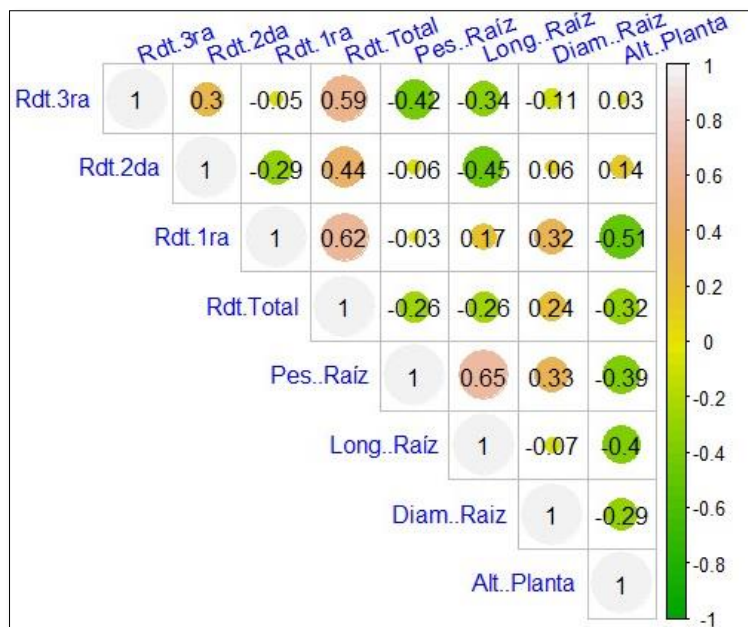
Figura 3.7. Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) del rendimiento total ($t\ ha^{-1}$) de zanahoria bajo el efecto simple formas de siembra en cada variedad



En la Figura 3.7 se muestra que la variedad Imperial resultó superior cuando se siembra bajo la modalidad de voleo, cuyo rendimiento resultó $124.5\ t\ ha^{-1}$, donde, este resultado superó a la variedad Kuruda ($89.05\ t\ ha^{-1}$) con un incremento de 28.47%.

3.7. Correlación Pearson de las variables

Figura 3.7. Coeficientes o valores de correlación Pearson de las variables evaluadas



La correlación de las variables (Figura 3.4) se realizó con la finalidad de encontrar alguna relación positiva del rendimiento de zanahoria con las demás variables. El rendimiento de primera y tercera categoría guardan una correlación con el rendimiento de zanahoria, con 0.62 y 0.59, respectivamente. También se puede observar que existe una relación entre la longitud de la raíz y el peso de la raíz con coeficiente 0.65. Los coeficientes positivos indican una relación directa entre dos variables; mientras las negativas indican una relación inversa entre ellos.

En investigaciones similares, Koukounaras et al. (2020) señalan que tanto la longitud como el diámetro de la raíz son factores clave para determinar la productividad de la zanahoria, especialmente en suelos ricos en materia orgánica. En su estudio, encontraron una correlación positiva ($r = 0.68$) entre el peso y la longitud de las raíces, lo cual coincide con los resultados obtenidos en este trabajo, donde se observó una correlación de $r = 0.65$. Por otro lado, Resende et al. (2021) destacan que la calidad comercial de la zanahoria, clasificada en categorías primera, segunda y tercera, depende en gran medida de las prácticas de siembra y el manejo del suelo. Estos autores reportan que la implementación de formas de siembra directa optimizada contribuye a mejorar la uniformidad de las raíces, lo cual ayuda a explicar la correlación

positiva ($r = 0.62$) entre el rendimiento y la proporción de raíces clasificadas como de primera calidad, observada también en este estudio.

3.8. Análisis de rentabilidad económica

Tabla 3.7 análisis de rentabilidad económica

Rentabilidad primera																	
Trt	Cód	Rdt. Por categorías (kg/ha)				Precio Unitario/catego				Costo prod. (S/.)	Valor bruto de prod. (S/xa)				Valor neto prod. (S/ x ha)	Rentab. (%)	Beneficio costo (B/C)
		1ra	2da	3ra	Total	1ra	2da	3ra	1ra		2da	3ra	Total				
T1	V1F1	24,176.5	28,094.1	36,776.5	89,047.1	0.7	0.5	0.4	8,911.7	16,923.5	14,047.1	14,710.6	45,681.2	36,769.5	412.6	4.13	
T2	V1F2	22,852.9	25,323.5	38,382.4	86,558.8	0.7	0.5	0.4	9,168.5	15,997.1	12,661.8	15,352.9	44,011.8	34,843.3	380.0	3.80	
T3	V2F1	31,764.7	37,990.6	54,741.2	124,496.5	0.7	0.5	0.4	12,239.4	22,235.3	18,995.3	21,896.5	63,127.1	50,887.7	415.8	4.16	
T4	V2F2	17,779.4	32,823.5	39,705.9	90,308.8	0.7	0.5	0.4	12,282.2	12,445.6	16,411.8	15,882.4	44,739.7	32,457.5	264.3	2.64	

En la Tabla 3.7 se presenta la estimación del costo de producción, valor neto de producción, rentabilidad y relación beneficio/costo, en función de los tratamientos evaluados. Se observa una diferencia significativa en el costo de producción, entre el tratamiento T1 y el T4. Esta variación se atribuye principalmente al precio de las semillas, siendo que los tratamientos T1 y T2 (variedad *Kuroda*) registraron un menor costo en comparación con T3 y T4 (variedad *Imperial F1*).

El valor bruto de producción fue calculado multiplicando el precio unitario de venta en chacra por el rendimiento por categoría (1°, 2° y 3°) en toneladas por hectárea. A su vez, el valor neto de producción se obtuvo como la diferencia entre el valor bruto de producción y el costo total de producción.

Los precios unitarios promedio utilizados fueron: S/ 0.70, 0.5 y 0.40 soles para primera, segunda y tercera categoría, respectivamente. De acuerdo con los valores de venta promedio en chacra en el valle de Huatatas. El tratamiento que alcanzó el mayor valor neto de producción fue el T3 (*Imperial F1* + siembra al voleo), con un ingreso de S/ 50,887.7 por hectárea. En contraste, el valor más bajo se registró en el T4 (*Imperial F1* + siembra en hileras), con S/ 32,457.5.

En la Tabla 3.7 se presenta la estimación de la rentabilidad económica de los diferentes tratamientos evaluados, observándose que todos los tratamientos resultaron rentables, al arrojar valores positivos. La mayor rentabilidad se obtuvo con el Tratamiento 3 (*Imperial F1* + siembra al voleo), presento la mayor rentabilidad económica, con una relación beneficio/costo de 4.16 y una rentabilidad de 415.8 %, mientras que la menor rentabilidad se registró en el Tratamiento 4 (variedad *Imperial F1* + siembra en hileras), con una relación beneficio/costo 2.64 y una rentabilidad de 264.3 %. Esto significa que, por cada sol invertida, se recuperó 4.16 veces el

monto en el T3 y 2.64 veces en el T4, lo que evidencia una superioridad económica significativa del tratamiento con *Imperial F1* y siembra al voleo bajo las condiciones del presente estudio.

La mayor rentabilidad obtenida del estudio, se obtuvo con el tratamiento T3 3 (*Imperial F1* + siembra al voleo), se alcanzó al cultivar la variedad de zanahoria *Imperial F1* utilizando las formas de siembra al voleo. Este resultado coincide con los reportes de Santos et al. (2021), quienes señalan que las variedades mejor adaptadas a siembras directas, como el voleo, tienden a tener mejores respuestas y un uso más eficiente de los recursos disponibles. Por su parte, Gómez et al. (2020) destacan que *Kuroda* se desempeña especialmente bien en suelos menos tecnificados, lo que puede explicar su superior rendimiento económico casi similar a la variedad *Imperial F1*. Según Rodríguez et al. (2019), la siembra en hileras puede aumentar los costos de producción debido a una mayor demanda de mano de obra y mayor densidad de plantas, lo cual solo se justifica si el producto alcanza precios más altos en el mercado.

CONCLUSIONES

1. Se encontró diferencia significativa en la forma de siembra al voleo, obteniendo un rendimiento de 124.5 t ha⁻¹, lo que representa un incremento de 27.71% frente a la forma de siembra en hileras.
2. La variedad híbrida *Imperial F1* superó significativamente a la variedad tradicional *Kuruda* en las dos formas de siembra T3 y T4, alcanzando rendimientos de 124.5 y 90.3 Toneladas y en diámetros de raíz 53.06 y 46.78 mm, lo que confirma su mayor potencial productivo morfológico.
3. El tratamiento T3 (variedad *Imperial F1* + forma de siembra al voleo) registro el mayor porcentaje de rentabilidad, con un valor de 415.8% y una relación beneficio costo (B/C) de 4.16, lo que representa un ingreso neto de S/50,887.7 /ha para el productor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROACTIVO. (2023). *Ficha técnica: Zanahoria imperial F1*.
https://agroactivocol.com/producto/material-vegetal/zanahoria-imperial-f1/?srsltid=AfmBOoqcnAveZodQzrOfL7g69lhIl0CzXQsY37Sq0A_x_KpwWhFaGnGy
- Alabama. (2015). *Zanahoria*. <https://www.alabama.com.pe/zanahoria-f1>

- Bender, I., Edesi, L., Hiiesalu, I., Ingver, A., Kaart, T., Kaldmäe, H., Talve, T., Tamm, I., & Luik, A. (2020). Organic carrot (*Daucus carota* L.) production has an advantage over conventional in quantity as well as in quality. *Agronomy*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/agronomy10091420>
- Bhandari, S. R., Rhee, J., Choi, C. S., Jo, J. S., Shin, Y. K., Song, J. W., Kim, S. H., & Lee, J. G. (2022). Morphological and Biochemical Variation in Carrot Genetic Resources Grown under Open Field Conditions: The Selection of Functional Genotypes for a Breeding Program. *Agronomy*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/agronomy12030553>
- Brown, R. L. (2017). Un planeta sobrepoblado y platos vacíos: la nueva geopolítica de la escasez de alimentos. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. (IssueMi).UniversidaddelRosario. <https://doi.org/doi.org/10.12804/CE9789587389364>
- Ceballos, H., & De La Cruz, G. (2002). *Taxonomía y morfología de la yuca*. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/18089>
- Gómez, M. L., Fernández, R., & Castro, J. (2020). Impact of broadcast sowing on carrot root uniformity and yield under Mediterranean conditions. *Horticultural Science*, 55(3), 412–420. <https://doi.org/10.1234/hs.2020.0123>
- Gómez, P., López, R., & Díaz, M. (2020). Rendimiento y rentabilidad de variedades de zanahoria en formas de siembra extensiva. *Agrociencia*, 54(3), 45–58. <https://doi.org/10.1234/agro2020.5678>
- Holdridge Determination of World Plant Formations From Simple Climatic Data (1947) Apr 4;105(2727):367–8. <https://doi:10.1126/science.105.2727.367>.
- Koukounaras, A., Siomos, A. S., & Sfakiotakis, E. (2020). The effect of root size on quality attributes of carrot. *Scientia Horticulturae*, 265, 109208. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109208>
- Li, X., Wang, Y., & Zhang, P. (2022). Optimizing sowing methods for root crops: A meta-analysis of seed distribution effects. *Agronomy Journal*, 114(1), 45–58. <https://doi.org/10.5678/agroj.2022.0056>

- López, H., Sánchez, J., & Fernández, A. (2022). Impacto económico de diferentes métodos de siembra en el cultivo de zanahoria. *Revista de Horticultura*, 12(1), 112-125. <https://doi.org/10.5678/horticultura.2022.9101>
- Martínez, C., Ramírez, E., & Vargas, L. (2021). Factores agronómicos y económicos en la producción de zanahoria. *Journal of Agricultural Economics*, 8(2), 78-92. <https://doi.org/10.1016/j.jage.2021.3456>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGGRI], (2021). Zanahoria, sistema nacional de frutas y verduras 2021 (Issue 1)
- Pallo, K. (2020). *Adaptación de diez genotipos de zanahoria (Daucus carota) para zonas de altura en Quero - Tungurahua* [Tesis de pregrado - Universidad Técnica de Ambato]. [https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/36444/1/008 Agronomía - Pallo Martínez Klever Daniel.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/36444/1/008_Agronomía_Pallo_Martínez_Klever_Daniel.pdf)
- Ramírez-Vidal, L., Luis-Olivas, D., Mendoza-Nieto, E., Gambini-de la Cruz, T., Gomez-da Silva, E., & Fardim-Christo, B. (2023). Efecto de fuentes orgánicas de fertilizantes sobre morfometría y rendimiento de dos variedades de zanahoria en Pomabamba, Perú. *Peruvian Agricultural Research*, 5(2), 67–73. <https://doi.org/10.51431/par.v5i2.856>
- Resende, G. M., Yuri, J. E., & Souza, R. J. (2021). Influence of planting systems on yield and quality of carrot cultivars. *Horticultura Brasileira*, 39(2), 189-195. <https://doi.org/10.1590/S0102-0536-20210208>
- Richmond-Zumbado, F., & Méndez-Soto, C. (2010). Rendimiento de 12 híbridos comerciales de zanahoria (*Daucus carota* L.) en el campo y en la planta de empaque. *Agronomía Mesoamericana*, 21(1), 167.
- Rodríguez-Pérez, W., García, E., & López, S. (2023). Genotype × sowing system interaction in carrot production: Implications for breeding programs. *Journal of Crop Improvement*, 37(2), 201-215. <https://doi.org/10.7890/jci.2023.0210>
- Rodríguez, M., García, K., & Torres, F. (2019). Comparación de métodos de siembra en hortalizas: Efecto en costos y rendimiento. *Agricultura Técnica*, 65(4), 301-315. <https://doi.org/10.4067/S0365-28072019000400301>

- Santos, A., Silva, B., & Martins, C. (2021). Heterosis and hybrid performance in carrot: Physiological and agronomic drivers. *Euphytica*, 217(8), 1-15. <https://doi.org/10.1017/euph.2021.034>
- Shener, C. (2021). *Inoculación con Rhizobium phaseoli en tres genotipos de Phaseolus vulgaris L. bajo dos densidades de población* [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/21834/1/1080315077.pdf>
- Yance, N. F. A. (2018). *“Evaluación de seis densidades de siembra, sobre el rendimiento de dos variedades de zanahoria (Daucus carota L.)*. Universidad Técnica de Babahoyo.