

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y DE CALIDAD EN TRES
HIBRIDOS DE ZANAHORIA (*Daucus Carota* L.) CON LA APLICACIÓN DE
NIVELES DE FERTILIZANTE EN EL MUNICIPIO DE GUALMATÁN, NARIÑO,
COLOMBIA.

MARLY SOFIA MUTIS ÑAÑEZ

Proyecto de Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al
título de Ingeniero Agrónomo.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONÓMICA
SAN JUAN DE PASTO, COLOMBIA

2023

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y DE CALIDAD EN TRES
HIBRIDOS DE ZANAHORIA (*Daucus Carota* L.) CON LA APLICACIÓN DE
NIVELES DE FERTILIZANTE EN EL MUNICIPIO DE GUALMATÁN, NARIÑO,
COLOMBIA.

MARLY SOFIA MUTIS ÑAÑEZ

Director

JAIRO HERNÁN MOSQUERA GUERRERO I.A Ph. D

Proyecto de Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al
título de Ingeniero Agrónomo.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONÓMICA
SAN JUAN DE PASTO, COLOMBIA

2023

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1ro del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN

PhD. Jairo Hernán Mosquera Guerrero
Firma del director del trabajo de grado

Mg, PhD. Hugo Ruiz Erazo
Firma del jurado

Mg, PhD. Jorge Alberto Vélez Lozano
Firma del jurado

AGRADECIMIENTOS

A Saenz fety que por medio de la Ingeniera Adriana Matabanchoy, nos acompañó y guio durante todo el proceso investigativo.

A las ingenieras Eliana Patiño, Zayda vallejo por su colaboración en el desarrollo experimental.

A el ingeniero Jairo Hernán Mosquera y demás profesores por el tiempo dedicado y enseñanzas académicas para poder lograr la culminación de este trabajo.

RESUMEN

Actualmente Nariño representa un 14,8% del área sembrada en el cultivo de zanahoria en Colombia con un rendimiento promedio de 28,5 t/ha, sin embargo, en zonas productoras se desconocen planes de fertilización y diferencias morfogénicas entre variedades e híbridos en las plantas de zanahoria.

La investigación se realizó en el municipio de Gualmatán, Nariño mediante un diseño experimental de parcelas divididas con arreglos de bloques al azar con doce tratamientos (T1: Variedad*Nivel 0, T2: Variedad*Nivel 1, T3: Variedad*Nivel 3, T4: Olimpo F1* Nivel 0, T5: Olimpo F1* Nivel 1, T6: Olimpo F1* Nivel 2, T7: Extremo F1*Nivel 0, T8: Extremo F1*Nivel 1, T9: Extremo F1*Nivel 2, T10: MusicoF1*Nivel 0, T11: MusicoF1*Nivel 1, T12: MusicoF1*Nivel 2). El Objetivo de la investigación fue determinar las diferencias entre híbridos de zanahoria (Olimpo F1, Extremo F1 y Músico F1) junto con la variedad (red cored) con la aplicación de niveles de fertilizante de síntesis (N0: Nivel control, N1: Nivel al 100 %, N2: Nivel al 75%). Se evaluaron seis variables agronómicas: altura de la planta (AP), Diámetro de la raíz (DR), Longitud de la raíz (LR), Raíces secundarias (RS), emergencia (%E) y Rendimiento (R). El Objetivo de la investigación fue determinar las diferencias entre híbridos de zanahoria (Olimpo F1, Extremo F1 y Músico F1) junto con la variedad (red cored) con la aplicación de niveles de fertilizante de síntesis (N0: Nivel control, N1: Nivel al 100 %, N2: Nivel al 75%),

El nivel 1 de fertilizante (827 kg/ha 12-8-24-3) mostró mejor comportamiento en todas las variables, los híbridos Olimpo F1 y Extremo F1 obtuvieron el mayor rendimiento (82 y 74 t/ha) y menor número de raíces secundarias e igualmente la variedad obtuvo un mayor porcentaje de emergencia (96%) respecto a los híbridos.

ABSTRAC

Nariño currently represents 14.8% of the area planted with carrots in Colombia, with an average yield of 28.5 t/ha. However, fertilization plans and morphogenetic differences between varieties and hybrids of carrot plants are unknown in producing areas.

the research was conducted in the municipality of Gualmatán, Nariño through an experimental design of divided plots with randomized block arrangements with twelve treatments (T1: Variety*Level 0, T2: Variety*Level 1, T3: Variety*Level 3, T4: Olimpo F1*Level 0, T5: Olimpo F1*Level 1, T6: Olimpo F1*Level 2, T7: Extreme F1*Level 0, T8: Extreme F1*Level 1, T9: Extreme F1*Level 2, T10: MusicoF1*Level 0, T11: MusicoF1*Level 1, T12: MusicoF1*Level 2). The objective of the research was to determine the differences between carrot hybrids (Olimpo F1, Extremo F1 and Músico F1) along with the variety (red cored) with the application of synthetic fertilizer levels (N0: Control level, N1: 100% level, N2: 75% level). Six agronomic variables were evaluated: plant height (PA), root diameter (RD), root length (LR), secondary roots (RS), emergence (%E) and yield (R). The objective of the research was to determine the differences between carrot hybrids (Olimpo F1, Extremo F1 and Músico F1) together with the variety (red cored) with the application of synthetic fertilizer levels (N0: Control level, N1: 100% level, N2: 75% level).

Level 1 of fertilizer (827 kg/ha 12-8-24-3) showed better performance in all variables, the Olimpo F1 and Extremo F1 hybrids obtained the highest yield (82 and 74 t/ha) and the lowest number of secondary roots, and the variety also obtained a higher percentage of emergence (96%) compared to the hybrids.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	6
ABSTRAC	7
LISTA DE CUADROS.....	10
LISTA DE TABLAS	11
GLOSARIO	12
INTRODUCCIÓN	13
OBJETIVOS	15
Objetivo General.....	15
Objetivos Específicos.....	15
MARCO TEÓRICO.....	16
Taxonomía.....	16
Morfología.....	16
Condiciones Agro-climatológicas	17
Suelo	17
Variedad.....	18
Variedad Red Cored	18
Híbridos.....	18
Hibrido Olimpo F1.....	18
Híbrido Músico F1.....	18
Híbrido Extremo F1	19
Producción	19
Producción de Zanahoria.....	19
Variables de Calidad.....	19
MATERIALES Y MÉTODOS	21
Localización	21

Área Experimental	21
Diseño Experimental	21
Muestreo de suelos.....	22
Riego	24
Variables evaluadas	24
Emergencia (%E)	24
Altura de la planta (AP).....	25
Diámetro (DR) y Longitud de la raíz (LR)	25
Raíces secundarias (RS).....	25
Rendimiento (R)	25
Análisis Estadístico.....	25
<i>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</i>	<i>27</i>
Emergencia.....	27
Altura de la Planta	29
Diámetro y Longitud de la raíz.....	29
Raíces secundarias	31
Rendimiento.....	32
<i>CONCLUSIONES</i>	<i>35</i>
<i>RECOMENDACIONES</i>	<i>36</i>
<i>BIBLIOGRAFIA.....</i>	<i>37</i>

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Mapa de campo.....	22
Cuadro 2 Análisis de suelo	23

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Tratamientos	21
Tabla 2 Requerimientos y necesidad de fertilizante	22
Tabla 3 Grado de fertilizante	23
Tabla 4. Resumen de cuadrados medios en seis variables Andeva	27
Tabla 5. Prueba de comparación de medias Duncan para número de emergencia	27
Tabla 6. Prueba de comparación de medias Duncan para porcentaje de emergencia.....	28
Tabla 7. Prueba de comparación de medias de Duncan para altura de planta	29
Tabla 8. Prueba de comparación de medias de Duncan para diámetro de la raíz	30
Tabla 9. Prueba de comparación de medias de Duncan para la longitud de la raíz.	30
Tabla 10. Prueba de comparación de medias de Duncan para la longitud de la raíz.	31
Tabla 11. Análisis de la varianza para la presencia de raíces secundarias*Factor A	32
Tabla 12. Análisis de la varianza para la presencia de raíces secundarias*Factor B.....	32
Tabla 13. Análisis de la varianza rendimiento del factor A.....	33
Tabla 14. Análisis de la varianza rendimiento del factor B	33
Tabla 15. Rendimiento en t.ha ⁻¹ para todos los tratamientos	34

GLOSARIO

Variedad: La variedad se define como una unidad específica que presentan características propias de una especie que están definidas por la forma de reproducción de la planta para que garantice que las características de diferenciación se conserven.

Híbrido: Los híbridos son plantas con caracteres nuevos con mejoras dentro del cultivo provenientes del resultado del cruzamiento de polen de un tipo de planta a una variedad completamente diferente.

Icontec: Instituto de normas técnicas y de certificación, organismo nacional de normas en Colombia.

INTRODUCCIÓN

La producción de hortalizas en Colombia conforma más de 30 tipos de cultivos, estos representan un nivel socioeconómico importante dentro de las familias campesinas y en mercado interno que demanda dichos productos, los cultivos hortícolas están conformados por pequeños productores, en donde el 75 % de los predios tienen un tamaño menor de 3 has y el 35 % menor a 1 has (Miniagricultura, 2021).

La zanahoria esta entre las cinco hortalizas más cultivadas, para el año 2017 obtuvo una producción supremamente alta de acuerdo con los datos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural ocupando un área de 10.792 hectáreas en el país. Los departamentos que se dedican a la producción de este cultivo son Boyacá con 80.686 toneladas, Cundinamarca tuvo 92.636, Antioquia alcanzó 79.282 y Nariño acumuló 43.204 toneladas para el año 2017. En el departamento de Nariño se cultivan aproximadamente 1.530 ha, siendo los principales productores los municipios de Túquerres, Sapuyes y Córdoba que se basan en darle un uso de rotacional con el cultivo de papa, que es representativo en dichas zonas (Agronet, 2017).

Uno de los aspectos más importantes para todo productor es el rendimiento en el que el promedio nacional está en 28,5 toneladas por hectárea (Cardona, 2018), sin embargo, algunos municipios han mostrado una mayor cifra en cuanto al rendimiento obteniendo una amplia expansión en cuanto a el área cultivada y rendimiento en las últimas décadas, gracias a sus características organolépticas y atributos nutraceuticos que le dan un valor agregado este producto a obtenido un aumento en la demanda dentro del mercado.

En la actualidad el mercado de alimentos es más amplio lo que nos obliga a mejorar la calidad de los productos en cuanto a propiedades tanto fenotípicas como genotípicas, para esto empresas han desarrollado semillas híbridas que se ajusten a la necesidad de demanda comercial. La zanahoria híbrida nos proporciona un tamaño y color homogéneo, así como, precocidad, mejor manejo agronómico, resistencia pos cosecha y conserva sus propiedades nutraceuticas del cultivo (Castillo 2018).

El incremento y calidad de las producciones agrícolas se ve altamente influenciado por la nutrición óptima de cultivos, esta práctica hace que podamos suplir la necesidad de alimentos a nivel mundial que crece constantemente a través del tiempo (anffe2017).

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar el comportamiento agronómico y de calidad en tres híbridos de zanahoria (*Daucus carota L.*) con la aplicación de niveles de fertilizante en el municipio de Gualmatán, Nariño.

Objetivos Específicos

Determinar los niveles de fertilizante, época y forma de aplicación en base al análisis de suelos en genotipos híbridos de zanahoria (*Daucus carota L.*) en el municipio de Gualmatán, Departamento de Nariño.

Evaluar algunas variables agronómicas y de calidad que determinan el rendimiento diferencial de zanahoria híbrida (*Daucus carota L.*) en el municipio Gualmatán de Departamento de Nariño.

MARCO TEÓRICO

La zanahoria es originaria de Asia, aunque algunas especies silvestres han sido encontradas en Europa y Norteamérica (Giacconi & Escafe, 2001). Estrictamente su origen se atribuye a Afganistán, y otros países del Asia menor, que es donde se encuentra la mayor diversidad de formas y colores. Su uso como alimento surge a partir del siglo XVI. Antes de este momento se empleaba únicamente para tratar enfermedades.

Pertenece a la familia de las Umbelíferas, las cuales se caracteriza por presentar hojas en rosetas (7 a 13 hojas) con pecíolos largos, con hojas alternas, lámina muy dividida en segmentos angostos, el tallo está reducido a un pequeño disco o corona en la parte superior de la raíz (Reina, 1997; García, 2002).

Taxonomía

Taxonomía de la zanahoria según Agropecuarios (2012).

Reino: vegetal

División: Magnoliophytaphyta

Clase: Dicotyledoneae

Orden: Unbeliferae

Familia: Unbeliferae

Género: *Daucus*

Especie: *Daucus carota* L.

Morfología

Plantas de porte herbáceo anuales, bianuales o perennes con hojas alternas, sin estipulas divididas y con vainas, flores perfectas e imperfectas en algunos casos, en inflorescencia de umbela simple o compuesta (García, 2016).

Morales (1995) señala que en la zanahoria (*Daucus carota* L.) existen variedades de tipo anual y bianual, que se cultiva en función y a las condiciones climáticas del lugar. Ambos tipos se

encuentran en Europa, a nivel mundial muy pocas variedades cultivadas son del tipo anual. El tipo bianual es más común, produciendo mayor follaje y la raíz engrosada en el primer ciclo de crecimiento y luego de un periodo de inducción produce los órganos reproductivos en el segundo ciclo. Comercialmente solo se completan los dos ciclos cuando se requiere obtener semilla.

La raíz presenta grandes diferencias de color, forma y tamaño, según variedades. Se trata de una raíz hipertrofiada, principalmente a base de parénquima cortical. Es importante destacar que, dentro de una misma variedad, se presentan diferencias importantes en longitud y grosor de las raíces. Las hojas tienen el peciolo largo, doble o triplemente pinnado- partidas, y toman una disposición en roseta. (García, 2016).

Al ser una planta bianual, en condiciones normales, desarrolla el tallo floral en el segundo año. En el extremo del tallo aparecen umbelas compuestas de pequeñas flores blancas, amarillentas o azuladas. Las semillas son pequeñas, en diaquenio, provistas de unos aguijones curvados en el extremo (Agroes.es, 2015).

Condiciones Agro-climatológicas

El cultivo de zanahoria se desarrolla en altitudes de 2710 a 2820 m.s.n.m, su condición óptima se da en temperaturas entre 15 y 21 °C, grados mínimos y máximos de 9 - 28°C respectivamente, humedad relativa de 70 a 80% (cubillos, 2015)

Suelo

Para el óptimo desarrollo del cultivo de zanahoria se requieren suelos profundos y sueltos con una profundidad de 30cm, suelos arcillo-arenosos con reacción ligeramente ácida (Mejia, 2020).

Variedad

La variedad se define como una unidad específica que presentan características propias de una especie que están definidas por la forma de reproducción de la planta para que garantice que las características de diferenciación se conserven, en el caso de la zanahoria se pueden diferenciar unas variedades de otras según su tamaño y coloración entre otros aspectos (Yáñez, 2014).

Variedad Red Cored

Plantas rústicas, raíces cónicas, cortas, de hombro grueso, se considera el mejor cultivar en calidad de raíz, alta uniformidad y excelente coloración, su desarrollo esta de 1000 a 2800 m.s.s.m y días de cosecha 120 a 140 días (Zàenzfety, 2019).

Híbridos

Los híbridos son plantas con caracteres nuevos con mejoras dentro del cultivo provenientes del resultado del cruzamiento de polen de un tipo de planta a una variedad completamente diferente (Quijano, 2022).

Híbrido Olimpo F1

Son plantas uniformes, de buen vigor y buena tolerancia a problemas fitosanitarios, de lento florecimiento su desarrollo se da a 1800 a 2700 msnm, los días a cosecha son de 110 a 130 días presentan alta productividad, presenta raíces cónicas, de alta uniformidad y coloración intensa, longitud de raíz de 12 a 16 cm y diámetro basal de raíz 3.5 a 5.5 cm (Sáenzfety, 2021).

Híbrido Música F1

Plantas muy uniformes, de porte erecto y buen vigor, baja formación de hombro verde, buena tolerancia a problemas fitosanitarios, de lento florecimiento, poca médula o corazón. Apta para consumo en fresco y/o jugo, días de cosecha 120 a 140 días, presentan alta uniformidad, lenticelas

poco notorias y coloración muy intensa y Longitud de raíz: 20 a 25 cm, diámetro de raíz de 4 a 5 cm. Su desarrollo se da a 2.000 a 2.700msnm (Sáenzfety).

Híbrido Extremo F1

Plantas rústicas, de porte erecto, de rápido establecimiento, muy vigorosas y de buen comportamiento frente a problemas sanitarios. Es la zanahoria de mayor tolerancia a alternaría en el mercado colombiano, longitud de raíz de 15 a 23 cm. Diámetro de raíz de 4 a 6 cm. Por sus características organolépticas es una excelente alternativa para el mercado de grandes superficies, días a cosecha 120 a 150 días (Sáenzfety, 2019).

Producción

Producción de Zanahoria

Desde el año 2004 el nivel de exportaciones en el mundo ha crecido en forma constante, explicado por el crecimiento sostenido del mercado internacional. Mundialmente la superficie implantada fue 1,2 millones de hectáreas, con una producción total de 3 millones de toneladas (Minagro, s.f). El rendimiento promedio en Colombia en variedades de zanahoria es de 30.54 t/ha, donde el departamento de Nariño participa en un 15,2 % del área total cosechada (Agronet, 2017).

Variables de Calidad

Variables vigentes en la actualidad de calidad Según la normativa 1226 de 1994 del instituto colombiano de normas técnicas y certificación que aplica para frutas y hortalizas frescas (zanahoria) que se encuentra vigente hasta la actualidad. La norma describe una serie de tolerancia permitida (Ntc, 1994).

Disposiciones concernientes a la calidad

De acuerdo con las disposiciones especiales para cada una de las categorías y las tolerancias

permitidas, las zanahorias deben estar:

- Sanas, por lo tanto se excluyen de los productos prohibidos o cuyo deterioro las hagan impropias para el consumo.
- Sin bifurcaciones, ni raíces secundarias.
- Libres de humedad anormal, es decir suficientemente secas después del lavado

Disposiciones Concernientes al calibre

El calibre está determinado por el diámetro máximo o la longitud de la zanahoria sin follaje.

- Las raíces deben tener como mínimo 20 mm cuando la medición se hace por diámetro y mínimo 60 mm de longitud.

Disposiciones concernientes a la presentación

Deben ser homogéneas, es decir, contener zanahorias del mismo origen, variedad, calidad y calibre.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El proyecto se realizó a campo abierto en un lote localizado en la vereda San Antonio, a 2.830 msnm, coordenadas 0°55'09" Latitud Norte y 77°33'58" Longitud Oeste, con temperatura promedio de 15 °C, en el municipio de Gualmatán Nariño.

Área Experimental

La investigación se desarrolló en un área de 1000m² con 36 unidades experimentales de 6x5m cada una, distribuidas en tres bloques cada bloque con 12 tratamientos y una distancia entre surcos de 15 cm.

Tabla 1 Tratamientos

Tratamiento	Híbrido/Variedad	Nivel fertilizante 12-8-24-3	Nivel kg/ha
T1	Red cored	400 gr/cama	550 kg/ha
T2	Red cored	695 gr/cama	860kg/ha
T3	Red cored	520 gr/cama	645kg/ha
T4	Olimpo F1	400 gr/cama	550 kg/ha
T5	Olimpo F1	695 gr/cama	860kg/ha
T6	Olimpo F1	520 gr/cama	645kg/ha
T7	Extremo F1	400 gr/cama	550 kg/ha
T8	Extremo F1	695 gr/cama	860kg/ha
T9	Extremo F1	520 gr/cama	645kg/ha
T10	Músico F1	400 gr/cama	550 kg/ha
T11	Músico F1	695 gr/cama	860kg/ha
T12	Músico F1	520 gr/cama	645kg/ha

Diseño Experimental

Para el montaje de la investigación se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con arreglo en parcelas divididas, con dos factores dentro de la investigación que corresponden al factor A que representan los híbridos (Extremo F1, Olimpo F1, Músico F1 y la variedad Red cored) y un factor B que está dado por los diferentes niveles de fertilizante para un

total de doce tratamientos (tabla 1).

Cuadro 1 Mapa de campo

Variedad (Red cored)	N0: 400 gr/cama N1: 695 gr/cama N2: 520 gr/cama	Hibrido (Extremo F1)	N2: 520 gr/cama N1: 695 gr/cama N0: 400 gr/cama	Variedad (Red cored)	N2: 520 gr/cama N0: 400 gr/cama N1: 695 gr/cama
Hibrido (Extremo F1)	N2: 520 gr/cama N1: 695 gr/cama N0: 400 gr/cama	Hibrido (Olimpo F1)	N2: 520 gr/cama N0: 400 gr/cama N1: 695 gr/cama	Hibrido (Músico F1)	N0: 400 gr/cama N1: 695 gr/cama N2: 520 gr/cama
Hibrido (Músico F1)	N2: 520 gr/cama N0: 400 gr/cama N1: 695 gr/cama	Variedad (Red cored)	N0: 400 gr/cama N2: 520 gr/cama N1: 695 gr/cama	Hibrido (Olimpo F1)	N1: 695 gr/cama N2: 520 gr/cama N0: 400 gr/cama
Hibrido (Olimpo F1)	N0: 400 gr/cama N2: 520 gr/cama N1: 695 gr/cama	Hibrido (Músico F1)	N2: 520 gr/cama N1: 695 gr/cama N0: 400 gr/cama	Hibrido (Extremo F1)	N1: 695 gr/cama N0: 400 gr/cama N2: 520 gr/cama
BLOQUE I		BLOQUE II		BLOQUE III	

Muestreo de suelos

Previo al establecimiento de las parcelas se tomaron tres submuestras del área experimental para análisis químico del suelo, posteriormente se elaboró un plan de fertilización en donde se calculó el volumen, peso por hectárea, disponibilidad de nutrientes actual (tabla), cuantificación de los requerimientos nutricionales del cultivo, eficiencia y necesidades de fertilizante que se encuentran dentro del potencial productivo por extracción.

Tabla 2 Requerimientos y necesidad de fertilizante

	Requerimiento cultivo (42t/ha)	Necesidad fertilizante
N	75-150 Kg/ha	103kg/ha
P	25 a 125 Kg/ha	35 kg/ha
K	0-175 kg/ha	163 kg/ha
Mg	18-35 kg/ha	24,62 kg/ha

(ADP & Lipinski, 2022)

Por lo que se seleccionó el fertilizante de grado 12-8-24-3 (produmon, complejo granulado con tecnología layer upon layer), cabe anotar que las relaciones Ca/Mg y Mg/K de acuerdo a la disponibilidad de nutrientes son deficientes, razón por la cual el grado seleccionado contiene MgO.

Tabla 3 Grado de fertilizante

Grado de fertilizante	Dosis
12-8-24-3 (100%)	860kg/ha
12-8-24-3 (75%)	645kg/ha
Testigo (productor)	550 kg/ha

La fertilización se efectuó a los 45 días una vez la planta se desarrolló fisiológicamente y la segunda de 75 a 80 días para garantizar el llenado de la raíz.

Cuadro 2 Análisis de suelo

PARAMETROS QUÍMICOS					
Parámetro/ Especie Química	Método	Unidad de Medida	Resultado	Diagnóstico	
pH	Disolución en Agua /Potenciométrico	Unidades de pH	5,25	Fuertemente ácido	
Aluminio de Cambio/ Al^{+3}	Hemateína	mg/Kg	1,25	Alto	
CIC $cmol^{+}/Kg$	SCCS 1981	$cmol^{+}/Kg$	1,6	Baja	
Densidad Aparente	Gravimetría	g/cc	0,7	--	
Textura	Dispersión	13 % Arena; 33 % Limo; 53 % Arcilla		Arcillosa	
Fosforo Disponible/ PO_4	Reducción de Ácido Ascórbico	mg/Kg	29	Medio	
Bases de Cambio	Calcio/ Ca^{+2}	EDTA Schwarzenbach	mg/Kg	9,9	Medio
	Magnesio/ Mg^{+2}	EDTA Schwarzenbach	mg/Kg	0,9	Bajo
	Potasio/ K^{+}	Tetrafenilborato	mg/Kg	1,5	Alto
Elementos Menores Disponibles	Hierro/ Fe^{+3}	Bipiridil	mg/Kg	9,4	Bajo
	Cobre/ Cu^{+2}	Dietil-ditiocarbamato	mg/Kg	2,5	Medio
	Zinc/ Zn^{+2}	Zincon	mg/Kg	2,0	Medio
	Manganeso/ Mn^{+2}	Peryodato	mg/Kg	5,5	Medio
Azufre Disponible/ SO_4^{-2}	Cloruro de Bario	mg/Kg	1,2	Medio	
Boro Disponible/ H_3BO_3	Azometina H	mg/Kg	1,0	Medio	
Materia Orgánica	Walkley - Black (Colorimétrico)	%	4,5	Baja	
Carbono Orgánico/C		%	2,6	Bajo	
Nitrógeno Total/N	Calculo con base materia orgánica	%	0,003	Bajo	

Labores Culturales

Dentro de las labores culturales se realizó como primera instancia la preparación del terreno se realizó un control manual de arvenses eliminando las que se encuentren en toda el área experimental, luego se procedió a hacer la distribución de bloques de 372 m², parcelas de 5 x 6 m y camas 1.20 x 6 m.

Siembra

Se implementó una siembra de manera manual para esto se utilizó 1.35gr/cama de semillas híbridas y para la variedad 1.4gr/cama. Dentro de cada cama con surcos cada 15 cm por lo que se obtuvo una densidad de siembre de 336.000 plantas/ha.

Riego

El área experimental está ubicada en el distrito de riego La cofradía, se dispuso de un hidrante con un ala de riego, un aspersor, un módulo de riego 0.3 l/seg y un tiempo de riego de 20 minutos cada 3 días, debido a la textura del suelo experimental, arcillosa que retiene humedad a capacidad de campo en un rango de 30 a 70% de humedad volumétrica y punto de marchitez permanente de 17 a 40% (agronómica, 2016) por lo que la humedad disponible es de 23 a 40% que está dada por la diferencia entre capacidad de campo y punto de marchitez permanente.

Variables evaluadas

Emergencia (%E)

Al momento de la siembra se determinó el número de semillas y a los 45 se procedió a hacer un nuevo conteo con las semillas emergidas (Zapata 2016).

$$\%Emergencia = \frac{\text{Numero de plantas germinadas a los 45 dias}}{\text{Numero de semillas sembradas}} \times 100$$

Altura de la planta (AP)

Para este proceso se tuvo en cuenta la altura desde la superficie del suelo o el cuello del ápice terminal hasta la hoja más joven con una cinta métrica, esto con el fin de determinar el porte de la planta (cofre, 2022).

Diámetro (DR) y Longitud de la raíz (LR)

Para esta evaluación se tomaron las mismas zanahorias que se utilizaron en el rendimiento y se procedió a medir el largor de la raíz con un metro y su diámetro con la ayuda de un calibrador pie de rey al momento de la cosecha. (Cofre, 2022).

Raíces secundarias (RS)

Al momento de la cosecha se tomaron 5 plantas por cama al azar de las cuales se evaluó el número de plantas con raíces bifurcadas o secundarias (cofre, 2022).

Rendimiento (R)

Al momento de la cosecha se tomaron cinco muestras por cada cama al azar de las cuales se evaluó el peso de la zanahoria y se determinó el rendimiento en kg/ha (cofre, 2022).

$$R = PPC \frac{10000m^2/ha}{ANC}$$

R En donde:

R= Rendimiento en kg/ha

PPC= peso de raíces por parcela en kg

ANC= Área neta Cosechada en m²

Análisis Estadístico

La toma y organización de los datos obtenidos en la investigación se analizaron mediante la

estadística descriptiva, el procesamiento de los datos por medio del programa estadístico Infostat 2020 con un análisis de varianza (ANDEVA); para establecer diferencias estadísticas entre los tratamientos se realizó una prueba de DUNCAN ($\alpha = 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza ANDEVA indicó diferencias estadísticamente significativas para el factor híbrido en las seis variables evaluadas GI, E, AP, DR, LR y R, por lo contrario en cuanto a niveles de fertilización sólo mostró diferencias para las variables LR, RS y R.

Tabla 4. Resumen de cuadrados medios en seis variables Andeva

F.V	CM						
	GI	E	AP	DR	LR	RS	R
Modelo	19	2504,51 **	737,46**	1,55**	16,5**	4,72**	6864,68 **
BLOQUE	2	321,12	292,23	0,29	2,93	1,04	1227,51
HÍBRIDOS	3	15358,47**	4043,76**	6,59**	95,36**	23,34**	34081,37**
BLOQUE*HÍBRIDOS	6	84,11	168,95	0,99	0,99	0,63	3525,57
DOSIS	2	15,06 ^{ns}	1,12 ^{ns}	0,3 ^{ns}	4,84**	3,34**	1900,7**
HÍBRIDOS*DOSIS	6	60,53 ^{ns}	49,69 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,98 ^{ns}	1,19 ^{ns}	129,17 ^{ns}
Error	88	52,69	19,15	0,18	1,64	0,72	288,38

FV: fuentes de variación; CM: cuadrados medios; E: emergencia; AP: altura de la planta; LR: longitud de la raíz; RS: raíces secundarias; R: rendimiento (Investigación, 2022).

Emergencia

Indica diferencias altamente significativas para híbridos (tabla 4), no obstante, no se observa diferencias para dosis de fertilizante ni en la interacción.

Tabla 5. Prueba de comparación de medias Duncan para número de emergencia

Variable	N	R ²	R ² aj	Cv
Emergencia	108	0,91	0,89	2,00
Híbridos	Medias			
Variedad	384,93	a		
Extremo F1	370,52	b		
Olimpo F1	366,52	b		
Músico F1	329		c	

La prueba de comparación de medias de Duncan indica que la variedad o testigo presenta diferencias estadísticamente significativas frente a las demás, en que el porcentaje de semillas emergidas en el que la variedad (tabla 6) tiene un 96%, los híbridos Olimpo F1 y Extremo F1 son similares con %E de 92% y 91% respectivamente, finalmente el híbrido MusicoF1 con 82% siendo así el que presenta un menor porcentaje. Estas diferencias se deben a la capacidad de adaptación de los híbridos a las condiciones ambientales de la zona. Así como también encontramos una diferencia entre híbridos debido a que Músico F1 representa una significancia en el % emergencia.

Según la clasificación que hace López en el 2011 con base en otros estudios establece que las semillas presentan mínimo el 75% de germinación a nivel de laboratorio y a nivel de campo un 70%, donde se deduce que las semillas evaluadas presentan un porcentaje óptimo de emergencia.

Tabla 6. *Porcentaje de emergencia para híbridos y variedad*

Híbridos	%E
Variedad	96,23
Extremo F1	92,63
Olimpo F1	91,63
Músico F1	82,25

Según algunos estudios el porcentaje de emergencia está dado por la temperatura que en el caso de la zanahoria está comprendida entre 15 – 20°C, condición similar presentada en el área experimental con una Temperatura promedio de 15°C (Urquiza, 2009). Igualmente, López 2011 afirma que la emergencia se debe al poder germinativo, vigor y calidad de la semilla, donde encontró valores similares en el porcentaje de emergencias con una temperatura menor de 14.3°C, rango que no está dentro de lo establecido.

Lara (2012) afirma que algunos métodos como la siembra mecanizada favorecen la emergencia de la semilla, gracias a que se obtiene una mayor uniformidad en profundidad y densidades de siembra, sin embargo, con el método de siembra manual, utilizado en esta investigación, incorporando cada semilla con el fin de evitar raleos, pérdidas por competencia de nutrientes y mejor uniformidad, garantizamos un porcentaje de emergencia igual o mayor al 75%.

Altura de la Planta

En cuanto a la altura el análisis estadístico (tabla 7) reportó que la variedad (red cored) es significativamente diferente de los híbridos, sin embargo, no se reportó diferencias para el factor niveles de fertilizante ni en la interacción.

López (2011) menciona que el crecimiento y desarrollo de la planta depende de las interacciones ambientales, manejo y características genéticas del cultivar. Razón que puede contrarrestar la similitud entre híbridos y niveles de fertilizante.

Yana (2021) menciona también que la altura de planta está relacionada con la humedad del suelo, situación encontrada en los tres híbridos evaluados, gracias a la homogeneidad de la humedad debido al riego por aspersión en toda el área experimental.

Tabla 7. Prueba de comparación de medias de Duncan para altura de planta

Variable	N	R ²	R ² aj	Cv
Altura	108	0,89	0,87	9,16
Híbridos	Medias			
Variedad	65,56	a		
Olimpo F1	45,11		b	
Extremo F1	42,59		b	
Músico F1	37,81		b	

En la prueba de comparaciones de Duncan indica que la variedad (control) presenta la media más alta de 65,56 cm, valores superiores a los encontrados por Pereira (2021) con la variedad Red Cored que presenta medias de 56,33cm, por consiguiente, podemos confirmar que los niveles de fertilizante incrementan la altura de la planta.

Diámetro y Longitud de la raíz

En cuanto al diámetro el análisis estadístico si registra diferencias significativas para el factor híbrido, en la prueba de comparación de Duncan se observó (Tabla 8) que Olimpo F1 y Extremo F1 son los híbridos que presentan mayor diámetro con respecto a la variedad. De acuerdo a los datos obtenidos podemos deducir que todas las raíces evaluadas cumplen con la norma Icontec

(1226) donde especifica que el valor del diámetro debe ser mayor a 2cm.

Tabla 8. Prueba de comparación de medias de Duncan para diámetro de la raíz.

Variable	N	R ²	R ² aj	Cv
Diámetro	108	0,65	0,57	7,89
Híbridos	Medias			
Olimpo F1	5,97	a		
Extremo F1	5,71	a	b	
Músico F1	5,19		b	c
Variedad	4,88			c

Referente a los diámetros de las raíces obtenidos Vilchez (2018) indica que las comercializadoras de zanahoria determinan su compra en gran parte por el diámetro, donde diámetros pequeños no son aptos para el comercio ya que presentan un alto grado de ruptura que hace que su proceso pos cosecha sea más difícil de llevar a cabo.

La prueba de comparaciones de medias de Duncan (Tabla 9) indica que hay diferencias significativas en cuanto a la longitud de la raíz para los niveles de fertilizantes (tabla 10) e híbridos, MusicoF1 presentó la mayor longitud. La información encontrada cumple con el lineamiento de variables de calidad Icontec (1226) donde se especifica que la longitud mínima es de 6cm.

Tabla 9. Prueba de comparación de medias de Duncan para la longitud de la raíz.

Variable	N	R ²	R ² aj	Cv
longitud	108	0,69	0,62	8,03
Híbridos	Medias			
Músico F1	18,48	a		
Extremo F1	16,11		b	
Olimpo F1	14,93			c
Variedad	14,19			d

Sáenz Fety (2020) menciona que el híbrido Músico F1 presenta raíces cilíndricas, rectas, de alta uniformidad y longitud de raíz: 20 – 25 cm, similar al valor encontrado en la investigación (19cm), siendo el híbrido con mayor longitud de raíz.

Tabla 10. Prueba de comparación de medias de Duncan para la longitud de la raíz.

Variable	N	R ²	R ² aj	Cv
longitud	108	0,69	0,62	8,03
Dosis	Medias			
Nivel 1		16,25	a	
Nivel 2		16	a	b
Nivel 0		15,53		b

Raíces secundarias

En el análisis de varianza para la variable de estimación de raíces secundarias indica diferencias significativas para el factor híbrido como en el factor niveles fertilizantes, no obstante, no hay diferencias para la interacción. En la prueba de comparaciones de Duncan (tabla 11) para los híbridos se obtuvo significancia con medias de; OlimpoF1: 0.1, ExtremoF1: 0.3 diferentes a MusicoF1: 1.2 y para la variedad (control) 2.1, En otros términos, la variedad y el híbrido músico f1 presentaron desarrollo de raíces secundarias, coincidiendo con García (2017) quien afirma que los componentes genéticos y ambientales causan la presencia de raíces secundarias como en el caso de músico F1 y la variedad (control). Al respecto López (2011) afirma que este problema se debe a la falta de desinfecciones previas del cultivo.

Tabla 11. Análisis de la varianza para la presencia de raíces secundarias*Factor A

Variable	N	R ²	R ² aj	Cv
longitud	108	0,6	0,5	8,74
Híbridos	Medias			
Variedad	2,15	a		
Músico F1	1,22		b	
Extremo F1	0,33			c
Olimpo F1	0,11			c

Factor B, la prueba de comparaciones indica que se encontraron diferencias significativas en la aplicación de niveles de fertilizante (Tabla 12), presentándose similitud para el Nivel 2 y Nivel 0, en comparación con el Nivel 1, tratamiento que disminuyó el defecto de raíces secundarias debido a la absorción de minerales primarios por el cultivo. Al respecto García (2017) menciona que el defecto es causado por un exceso de sustancias nitrogenadas, en su forma amoniacal que atribuimos al resultado de la variedad, igualmente menciona que suelos compactados o en condiciones de saturación, bajo nivel de oxígeno, también son factores que inciden en la generación de raíces secundarias.

Tabla 12. Análisis de la varianza para la presencia de raíces secundarias*Factor B

Variable	N	R ²	R ² aj	Cv
longitud	108	0,6	0,5	8,74
Dosis	Medias			
Nivel 2	1,19	a		
Nivel 0	1,06	a		
Nivel 1	0,61		b	

Rendimiento

Según el análisis de varianza andeva con un 95% de confianza junto con la prueba de comparación de medias (tabla 13) determinamos que presentan diferencias significativas entre híbridos y variedad (control), El mayor rendimiento está determinado por los híbridos OlimpoF1 y ExtremoF1 que presentaron valores similares. Probablemente los híbridos tienen mayor

capacidad de absorción de minerales del suelo que se transforman en un mejor rendimiento. Vílchez (2018) afirma que los híbridos tienen mayor rendimiento que las variedades puesto que tienen un comportamiento diferente, debido a las mejoras de su constitución genética.

Estudios realizados por Forero (2015) afirma que la zanahoria presenta mayores rendimientos en temperaturas de 13° - 18 ° C, llegando a la producción máxima de caroteno y contenido de azúcar a los tres meses.

Tabla 13. Análisis de la varianza rendimiento del factor A

Variable	N	R ²	R ² aj	Cv
Rendimiento	108	0,87	0,84	10,20
Híbridos	Medias			
Olimpo F1	180,74	a		
Extremo F1	156,52	a	b	
Músico F1	136,11		b	c
Variedad	96,81			c

La prueba de comparación de Duncan indica diferencias altamente significativas Referente a los Niveles de Fertilizante aplicados (Tabla 14) se presentaron diferencias significativas entre Nivel 1 (16 bultos/ha) con respecto a otros niveles, donde el nivel 1 corresponde al 100% del plan de nutrición, basado en la disponibilidad de nutrimentos en el suelo y los requerimientos del cultivo, evidenciando un mejor comportamiento representado en un mayor rendimiento para todos los tratamientos del factor A (híbridos, variedad).

Tabla 14. Análisis de la varianza rendimiento del factor B

Variable	N	R ²	R ² aj	Cv
Rendimiento	108	0,87	0,84	10,20
Dosis	Medias			
Nivel 1	150,86	a		
Nivel 2	139,36		b	
Nivel 0	137,42		b	

Con el nivel 1, el híbrido Olimpo F1 y Extremo F1 (Tabla 15) tienen los mayores rendimientos con 82 ton/ha y 74 ton/ha respectivamente, en comparación con la variedad (red Cored) con un rendimiento de 46ton/ha, siendo el rendimiento más bajo del factor A. Sobre esta temática Kehr (2010) encontró en variedades industriales rendimientos superiores a 70 t/ha (70-130) situación contraria encontrada en la investigación.

Tabla 15. Rendimiento en $t\cdot ha^{-1}$ para todos los tratamientos

Tratamiento	Rendimiento t/ha
T5 OlimpoF1* Nivel 1	82
T4 OlimpoF1* Nivel 0	77
T6 OlimpoF1* Nivel 2	76
T8 ExtremoF1*Nivel 1	74
T7 ExtremoF1*Nivel 0	67
T9 ExtremoF1*Nivel 2	64
T11 MusicoF1*Nivel 1	55
T12 MusicoF1*Nivel 2	53
T10 MusicoF1*Nivel 0	50
T2 Variedad*Nivel 1	46
T1 Variedad*Nivel 0	43
T3 Variedad*Nivel 2	42

CONCLUSIONES

El tratamiento T5 obtuvo el mejor rendimiento (82 t/ha), respecto a los demás tratamientos que corresponde al híbrido olimpo f1 con el nivel 1 de fertilizante (860kg/ha).

La aplicación del complejo granulado 12-8-24-3 (860 kg/ha) de acuerdo al análisis de suelo incrementó el rendimiento de los híbridos Olimpo F1 en un 54% (36 kg/ha), Músico F1 en un 17% (9 kg/ha), Extremo F1 en un 38% (28 kg/ha) con respecto a la variedad (control), superando los promedios nacionales.

Los niveles de fertilizante utilizados en la investigación en los híbridos de zanahoria olimpo músico y extremo no reportaron anomalías de raíces secundarias en comparación con la variedad red cored que evidencio esta problemática.

RECOMENDACIONES

Continuar evaluando niveles de fertilizante del híbrido Olimpo F1 junto con la dosis de fertilizante.

Evaluar el comportamiento del híbrido Extremo F1 para mejorar su adaptabilidad en el área experimental.

BIBLIOGRAFIA

ADP, fertilizantes (2022), fertilización del cultivo de zanahoria por extracciones (kg/ha), disponible en: <https://www.adp-fertilizantes.pt/es/agricultura/servicio-al-agricultor/culturas/lista-de-culturas/zanahoria/>

Agroes.es. (s.f). Zanahoria, taxonomía y descripciones botánicas, morfológicas, fisiológicas y ciclo biológico. Recuperado el 24 de 03 de 2015, de <http://www.agroes.es/cultivosagricultura/cultivos-huerta-horticultura/zanahoria/434-zanahoria-descripcionmorfologia-y-ciclo>.

Agronet, 2017 Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Secretarías de Agricultura Departamentales. Alcaldías Municipales.

Agronómica, 2016. Valores normales de capacidad de campo y coeficientes de marchitez permanentes para suelos de diferentes texturas.

Anffe, 2018 asociación nacional de fabricantes de fertilizantes. Sobre la economía circular y los fertilizantes minerales.

Agropecuarios. (26 de 2 de 2012) cultivo de zanahoria. Recuperado el 24 de 3 de 2015, de agropecuarios.net/cultivo-de-la-zanahoria.html

Cardonas, 2018. Agronegocios. La producción estimada de zanahoria alcanzo record nacional en el último año. Andrés Octavio Cardona agosto 2018.

Castillo 2018. Introducción de cinco híbridos de zanahoria (*Daucus carota* L.) en condiciones de Huayao-Chupaca. Universidad nacional del centro del Perú, facultad de agronomía.

Cofre, F. (2022,19 mayo). Evaluación del rendimiento y calidad de la zanahoria (*Daucus Carota* L.) en dos sistemas de producción orgánico y convencional.

Cubillos 2015. Programa de apoyo agrícola y agroindustrial, vicepresidencia de fortalecimiento empresarial, cámara de comercio, Bogotá.

Forero, 2015. Forero-Ulloa, Fabio Emilio; Cely-Reyes, Germán Eduardo; Neira-rodríguez, Dilson Emilio Requerimientos hídricos de la zanahoria *D. carola* L. durante tres etapas de su desarrollo. Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia.

García, 2002. El cultivo de la zanahoria. Universidad de la Republica Facultad de Agronomía. Departamento de producción vegetal Centro regional sur. Curso Horticultura. Uruguay.43p

García 2016. Luisa García. Características morfológicas de *Daucus carota* (zanahoria) Universidad Dr. José Matías Delgado. Facultad de agricultura e investigación Agrícola.

Kehr, E. y Borques, C. 2010. La zanahoria como una hortaliza apta para procesamiento agroindustrial. Tierra Adentro, INIA. Enero-febrero 2010. No. 88, p17-19.

Minagri. Dimeagro (Ministerio de Agroindustria. Dirección de Mercados Agrícolas, AR). s.f. Perfil del mercado de zanahoria. Gacetilla informativa del sector agropecuario. (en línea). Newsletter. no. 71: s.p. Consultado set. 2013. Disponible (Mini agricultura, 2021). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cadena de las Hortalizas Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales abril 2021.

Lara Vascones. (2012). Evaluación de la eficacia de dos sistemas de siembra en el rendimiento de tres cultivares de zanahoria (*Daucus Carota*). En colta, provincia de Chimborazo.

López Villa, F. M. (2011). Evaluación de la aclimatación y rendimiento de 16 cultivares de zanahoria (*Daucus carota* L.) a campo abierto, en Macají, cantón Riobamba, provincia de Chimboraz.

Pereira, J. (2021). Efecto de trasplante de plántulas en parámetros agronómicos del cultivo de zanahoria (*Daucus carota*). (Trabajo de titulación inédita). Universidad Técnica de Machala.

Quijano 2022. Fertilización química y biofertilización biológica en el rendimiento del cultivo de zanahoria (*daucus carota* L) var. Royal chantenay en independencia, huaraz-2019. Universidad nacional Santiago antunez de mayolo.

Reina, C. 1997. Manejo de postcosecha y evaluación de calidad para la zanahoria (*Daucus carota* L.) que se comercializan en la ciudad de Neiva.

http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/Manejo%20poscosecha%20y%20evaluacion%20de%20la%20calidad%20en%20Zanahoria.pdf. (23 febrero 2010).

SáenzFety. Pecuaria & Agro. Julio 2020. Centro de Innovación y Desarrollo de SáenzFety y otras locaciones. Disponible en. <https://saenzfety.com/producto/zanahoria>.

SáenzFety. Pecuaria & Agro. Febrero 2021. Centro de Innovación y Desarrollo de SáenzFety y otras locaciones. Disponible en. <https://saenzfety.com/producto/zanahoria>.

SáenzFety. Pecuaria & Agro. Julio 2019. Centro de Innovación y Desarrollo de SáenzFety y otras locaciones. Disponible en. <https://saenzfety.com/producto/zanahoria>.

Lipinski, Víctor (2022). Manual de producción de zanahoria, fertilidad y riego Inta-EEA- consulta. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_cap_4_fertilidad_y_riego.pdf

Yana, Carlo, R.A (2021). Evaluación de la producción orgánica de cinco variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.), bajo ambiente atemperado en la estación experimental Patacamaya.

Urquiza, D. 2009. Tesis titulada: “Evaluación de la eficacia de los productos *Bacillus subtilis* (Rhapsody) y Difenconazole (Score 250) para el control de *Alternaria dauci* en dos cultivares de zanahoria (*Daucus carota* L.)”. Tesis Ing. Agr. Riobamba, Espoch, FIA. 26 27 pp.

Vilchez, Castillo, J.T. 2018. introducción de cinco híbridos de zanahoria (*Daucus carota* L.) en condiciones de Huayao-Chupaca. El Mantaro, Perú.

Zapata 2016. Efecto de la temperatura sobre la germinación de cuatro genotipos de mani (*Arachis hypogaea* L.) Facultad de agronomía, Universidad de concepción, castilla 537, chillan, chil