

CAPITULO I
MARCO TEORICO

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.1.- Origen

La zanahoria es una planta de la familia umbelíferas que se originó en Asia Central, de donde se extendió a Europa y al resto del mundo. Aunque ya era conocida por griegos y romanos, no fue hasta el siglo XVII en que aparecieron las primeras zanahorias naranjas. Actualmente es un cultivo extendido por todo el mundo. El principal país productor es China, seguida de los Estados Unidos y Rusia (interempresas media,SL, s.f.).

1.2.- Producción mundial

La producción mundial de zanahoria del año 2021 fue de aproximadamente 41.666.714 toneladas y una superficie de 1.096.004 hectáreas. El principal productor fue China con 18.088.583 toneladas y una superficie de 393.768 hectáreas, seguido por Uzbekistán y Estados Unidos de América (en volumen) (Scarpatti, 2023).

1.3.- Producción nacional y local

En Bolivia la producción de zanahoria en la campaña 2023 fue de 96.768 toneladas y una superficie cultivada de 6.966 Hectáreas, con un rendimiento de 13,89 Tm/Ha; Cochabamba es el departamento con mayor producción de este cultivo con una superficie de 3.308 Hectáreas, con una producción de 53.709 toneladas y un rendimiento de 16.24 Tm/Ha. y el departamento de Tarija cuenta con una producción de 421 Hectáreas, una producción de 3.788 Toneladas y un rendimiento de 9 Tm/ha (Sistema Integrado de Información Productiva, 2023).

1.4.- Características botánicas

La zanahoria pertenece a la familia de las Umbelíferas, también denominadas Apiáceas. Es la hortaliza más importante y de mayor consumo de las pertenecientes a dicha familia.

Es una planta bianual cultivada por su raíz comestible, alargada y cónica, el primer año de su ciclo desarrolla la raíz y una roseta formada por pocas hojas. Durante el segundo año se forma el tallo que dará lugar a las flores. El tallo floral puede alcanzar 1.5m de altura y las flores pueden ser blancas, amarillentas o azules, y se disponen en umbelas. Es una planta bastante rustica, aunque tiene preferencia por los climas templados, soportando heladas ligeras (Paco Bellido & Caranavi Colque , 2021).

1.4.1.- Taxonomía

Reino: Vegetal

Phylum: Tracheophytae

División: Tracheophytae

Sub división: Anthophyta

Clase: Angiospermae

Sub clase: Dicotyledoneae

Grado Evolutivo: Archichlamydeae

Grupo de Ordenes: Corolinos

Orden: Umbeliflorales

Familia: Apiaceae

Nombre científico: *Daucus carota* L.

Nombre común: Zanahoria

Fuente: (Herbario Universitario (T.B.), (2024)

1.5.- Caracteres morfológicos de la zanahoria

1.5.1.- Raíz

Las Zanahoria presentan raíces pivotantes que son típicamente largas y cónicas, aunque existen cultivares cilíndricos y casi esféricos. La mayor parte de la raíz pivotante consiste en una corteza externa pulposa (floema) y un núcleo interno (xilema) (Wikipedia , 2025).

La raíz de la zanahoria es una raíz gruesa y alargada, por lo general cónica, de mayor o menor longitud según la variedad a la que corresponda; suelen tener un tamaño de 15 a 17 centímetros y, según la variedad, pueden alcanzar hasta los 20 centímetros de largo; Su peso oscila entre los 100 y 250 gramos; por lo general es naranja, aunque existen variedades de color blanco, rojo o amarillo, Incluso algunas de origen asiático tienen la piel de color morado y cuando las zanahorias son tiernas y frescas tienen un sabor delicado con un gusto ligeramente dulce (EROSKI CONSUMER , s.f.).

La raíz de la zanahoria tiene una capacidad de absorción de nutrimentos provenientes del follaje inicialmente muy lenta pero máxima cuando inicia su proceso de engrosamiento. La acumulación de nutrimentos es mayor en la raíz que en las hojas, conformando así un

importante reservorio de asimilados: 40% de la materia seca producida por la planta a las 9 semanas después de la siembra (editorial deRiego, 2024).

La radícula origina una raíz principal típica y pivotante, de la cual surgen raíces secundarias para la absorción de nutrimentos y agua. Durante los primeros 50 días la raíz de zanahoria crece rápidamente en longitud. Ese crecimiento es considerablemente más rápido que el aumento en el peso de la raíz. La acumulación de materia seca en la raíz es un proceso lento al principio, pero después del primer tercio del ciclo la raíz comienza a aumentar de forma constante hasta la cosecha. Cerca de la cosecha la tasa de ganancia de peso de la raíz disminuye. Las raíces alcanzan su peso máximo a los 120 días después de la emergencia, después de, los 30 días siguientes muestra un aumento pequeño e irregular, lo cual sugiere que el patrón del crecimiento relativo empieza a cambiar entre los 105 y 120 días (editorial deRiego, 2024).

1.5.2.- Hojas

Las hojas de la zanahoria son compuestas, con foliolos marcadamente hendidos y en algunos casos poseen vellos. De acuerdo con las distintas variedades, los pecíolos pueden ser más o menos largos y el color de las hojas puede variar de verde claro a oscuro (Espejo, 2005).

Según (Espinoza., 2021) hojas son agrupadas en número de 6 a 10 hojas constituyendo una roseta y cada una presenta un tamaño de 25 a 40 cm de longitud. Son morfológicamente lobuladas, con pedúnculos o pecíolos de gran longitud y presentan vellosidades.

1.5.3.- Inflorescencia

La inflorescencia es una umbela compuesta subglobosa, formada por umbelas primarias y secundarias, las flores siempre son blancas, menos las centrales de cada umbela, que son de color rosado o púrpura, siendo a veces todas coloreadas. Cada flor está compuesta por cinco pétalos y cinco estambres; son hermafroditas, pero algunas veces pueden haber flores femeninas y masculina (Espejo, 2005).

El número de umbela es mayor en las umbelas primarias, que son las más grandes, llegando a medir hasta 15 cm de diámetro (Mamani, 2018).

1.5.4.- Fruto y semillas

El fruto de cada flor de zanahoria consiste en un esquizocarpo compuesto por dos aquenios unidos. Cada aquenio es lo que comúnmente se denomina semilla y su peso varía entre 0,8 y 3 g cada 1.000 semillas (YUPANQUI, 2024).

1.5.5.- Tallo

El tallo está reducido a un pequeño disco o corona en la parte superior de la raíz, el tallo es un órgano muy rudimentario y alcanza una longitud de 1.0 a 2.5 cm Sin embargo, el tallo floral se desarrolla al segundo año, pudiendo alcanzar una altura de 1.5 m (Mamani, 2018).

1.6.- Características fisiológicas de la zanahoria

Es un cultivo que presenta gran sensibilidad al medio ambiente en el que se desarrolla en relación con su vegetación y desarrollo de la raíz. Después de la nascencia no tolera muy bien las altas temperaturas. Si se producen, algunas mueren, y las que no, sufren un crecimiento anormal de la raíz. Por otro lado, si cuando llegan temperaturas frías, el cultivo tiene las raíces poco desarrolladas no llegarán a alcanzar el tamaño y la forma deseada para su venta. Este aspecto es decisivo a la hora de elegir las variedades que se van a cultivar, conociendo muy bien las características climáticas que se dan en la zona. Además, las bajas temperaturas en determinadas etapas del ciclo, así como la sequía pueden inducir una subida a flor prematura. En condiciones normales, la zanahoria, desarrolla primeramente una roseta de hojas y almacena posteriormente sus reservas en la propia raíz, hipertrofiándola. Según estudios, las variedades más tardías, son las que tienen una acumulación de azúcares mayor (AgroES.es, s.f.).

1.7.- Etapas fenológicas de la zanahoria

Etapa I de germinación, La germinación puede tardar entre 10 y 20 días, dependiendo de la temperatura del suelo, que debe mantenerse entre 15 y 20°C para una germinación óptima. Durante esta fase, es crucial mantener el suelo húmedo, pero no encharcado. Etapa II de desarrollo vegetativo inicial, En esta fase, que dura aproximadamente de 30 a 50 días, las plántulas de zanahoria desarrollan sus primeras hojas verdaderas y comienzan a establecer un sistema radicular más robusto. Etapa III engrosamiento de la Raíz, Durante los 50 a 90 días siguientes, la raíz de la zanahoria comienza a engrosarse y a acumular nutrientes, lo que es crucial para el desarrollo de una zanahoria de buena calidad. Etapa IV de maduración de la Raíz, que dura aproximadamente de 90 a 120 días, las raíces de

zanahoria alcanzan su tamaño y peso óptimos; la planta reduce su crecimiento vegetativo y redirige la energía hacia el engrosamiento de las raíces. Etapa V la cosecha, la cosecha de la zanahoria se realiza entre 90 y 120 días después de la siembra, dependiendo de la variedad y las condiciones climáticas. Se debe seleccionar el momento adecuado para la cosecha cuando las raíces han alcanzado su tamaño y color óptimos (AgronoBlog – Blog de agricultura, s.f.).

1.8- Importancia del cultivo

La zanahoria se encuentra entre los diez cultivos de hortalizas más importantes del mundo. La producción mundial anual es de 428 millones de toneladas producidas en alrededor de 11,5 millones de hectáreas. La inversión por unidad de superficie no es elevada y con buenas técnicas de cultivo se pueden alcanzar rendimientos de hasta 50 t/ha (Revista investigacion agraria, 2024).

La zanahoria es una planta bianual, es decir, el primer año o temporada de crecimiento la planta acumula reservas en la raíz (el órgano comercial del cultivo) y en segundo año o segunda temporada de crecimiento usa esas reservas de la raíz para producir un tallo alto con flores y frutos muy pequeños (Pablo, 2008). En la comunidad Carrizal-Tarija la zanahoria se siembra con fines de obtención de raíces engrosadas, lo cual su desarrollo no llega a la segunda temporada de crecimiento.

Esta hortaliza puede ser consumida cruda (tanto rallada, como en trozos), exprimida para jugo o cocinada entera o en trozos, acompañando a cualquier otro vegetal También suele utilizarse en sopas, guisados, ensaladas incrementando el valor nutritivo (Tirador, 2011).

1.8.1.- Porción comestible

La porción comestible de la zanahoria es de 83 gramos por cada 100 gramos de producto fresco (Fundacion Española de la nutricion , 2018).

1.8.2.- Valores nutricionales de la zanahoria

El aspecto más destacable de este alimento desde el punto de vista nutricional es su contenido en vitamina A (una zanahoria de tamaño medio cubre el 89% de las necesidades diarias de esta vitamina para hombres de 20 a 39 años y el 112% para mujeres de la misma edad), y en concreto en carotenoides con actividad provitamínica A (que una vez en el organismo se transforman en vitamina A, la cual contribuye al mantenimiento de la visión, la piel y las mucosas en condiciones normales. El más abundante es el b-caroteno (6.628

µg/100 g de porción comestible), seguido del a-caroteno (2.895 µg/100 g de porción comestible). En la zanahoria, existen, además otros carotenoides sin esta actividad, como la luteína (288 µg/100 g de porción comestible), que se localiza en la retina y el cristalino del ojo. Otras vitaminas presentes en cantidades más discretas son la vitamina C y la vitamina B6. También contienen pequeñas cantidades de minerales como hierro, yodo y potasio (Fundacion Española de la nutricion , 2018).

Figura 1: Composición Nutricional

	Por 100 g de porción comestible	Por ración (80 g)	Recomendaciones día-hombres	Recomendaciones día-mujeres
Energía (Kcal)	40	27	3.000	2.300
Proteínas (g)	0,9	0,6	54	41
Lípidos totales (g)	0,2	0,1	100-117	77-89
AG saturados (g)	0,037	0,02	23-27	18-20
AG monoinsaturados (g)	0,014	0,01	67	51
AG poliinsaturados (g)	0,117	0,08	17	13
ω-3 (g)*	—	—	3,3-6,6	2,6-5,1
C18:2 Linoleico (ω-6) (g)	—	—	10	8
Colesterol (mg/1000 kcal)	0	0	<300	<230
Hidratos de carbono (g)	7,3	4,8	375-413	288-316
Fibra (g)	2,9	1,9	>35	>25
Agua (g)	88,7	58,9	2.500	2.000
Calcio (mg)	41	27,2	1.000	1.000
Hierro (mg)	0,7	0,5	10	18
Yodo (µg)	9	6,0	140	110
Magnesio (mg)	13	8,6	350	330
Zinc (mg)	0,3	0,2	15	15
Sodio (mg)	77	51,1	<2.000	<2.000
Potasio (mg)	255	169	3.500	3.500
Fósforo (mg)	37	24,6	700	700
Selenio (µg)	1	0,7	70	55
Tiamina (mg)	0,05	0,03	1,2	0,9
Riboflavina (mg)	0,04	0,03	1,8	1,4
Equivalentes niacina (mg)	0,6	0,4	20	15
Vitamina B₆ (mg)	0,15	0,10	1,8	1,6
Folatos (µg)	10	6,6	400	400
Vitamina B₁₂ (µg)	0	0	2	2
Vitamina C (mg)	6	4,0	60	60
Vitamina A: Eq. Retinol (µg)	1.346	894	1.000	800
Vitamina D (µg)	0	0	15	15
Vitamina E (mg)	0,5	0,3	12	12

Tablas de Composición de Alimentos. Moreira y col., 2013. (ZANAHORIA). Recomendaciones: Ingestas Recomendadas/día para hombres y mujeres de 20 a 39 años con una actividad física moderada. Recomendaciones: Objetivos nutricionales/día. Consenso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria, 2011. Recomendaciones: Ingestas Dietéticas de Referencia (EFSA, 2010). 0: Virtualmente ausente en el alimento. —: Dato no disponible. * Datos incompletos.

Fuente: (Fundacion Española de la nutricion , 2018).

1.9.- Requerimientos Edafoclimáticos

1.9.1.- Temperatura

Es una planta bastante rústica, aunque tiene preferencia por los climas templados. Al tratarse de una planta bianual, durante el primer año es aprovechada por sus raíces y durante el segundo año, inducida por las bajas temperaturas, inicia las fases de floración y fructificación. La temperatura mínima de crecimiento está en torno a los 9°C y un óptimo en torno a 16-18°C. Soporta heladas ligeras; en reposo las raíces no se ven afectadas hasta -5°C lo que permite su conservación en el terreno. Las temperaturas elevadas (más de 28°C) provocan una aceleración en los procesos de envejecimiento de la raíz, pérdida de coloración, etc (infoAgro , s.f.).

1.9.2.- Suelo

Prefiere los suelos arcillo-calizos, aireados y frescos, ricos en materia orgánica bien descompuesta y en potasio, con pH comprendido entre 5,8 y 7. Los terrenos compactos y pesados originan raíces fibrosas, de menor peso, calibre y longitud, incrementándose además el riesgo de podredumbres. Los suelos pedregosos originan raíces deformes o bifurcadas y los suelos con excesivos residuos orgánicos dan lugar a raíces acorchadas. La zanahoria es muy exigente en suelo, por tanto, no conviene repetir el cultivo al menos en 4-5 años. Como cultivos precedentes habituales están los cereales, patata o girasol. aunque los cereales pueden favorecer la enfermedad del picado; como cultivos precedentes indeseables otras umbelíferas como por ejemplo el apio. Son recomendables como cultivos precedentes el tomate, el puerro y la cebolla (infoAgro , s.f.).

1.9.3.- Radiación solar

Zanahorias son verduras que aman el sol y rinden mejor cuando están expuestas a luz solar plena. Idealmente, necesitan entre 6-8 horas de luz solar directa cada día para prosperar. La luz solar plena no solo mejora la fotosíntesis, sino que también fomenta un desarrollo robusto de las raíces, lo que es crítico para Zanahorias. Los cambios estacionales pueden afectar la cantidad de luz solar que reciben los Zanahorias; durante los días más largos de primavera y verano, es más fácil satisfacer las necesidades de luz solar de tus plantas de Zanahoria. Sin embargo, en otoño e invierno, con días más cortos las horas luz disminuyen siendo más lento el desarrollo de la planta (Picturethis, 2024).

La luz solar es esencial para la fotosíntesis, el proceso mediante el cual las plantas convierten la luz en energía. Para los Zanahorias, una luz solar adecuada significa una fotosíntesis eficiente, lo que conduce a una buena producción de nutrientes. Esta conversión de luz solar en energía alimenta el crecimiento y desarrollo de la planta. Un jardín bien iluminado asegura que tus plantas de Zanahoria tengan toda la energía necesaria para desarrollar raíces saludables y sabrosas (Picturethis, 2024).

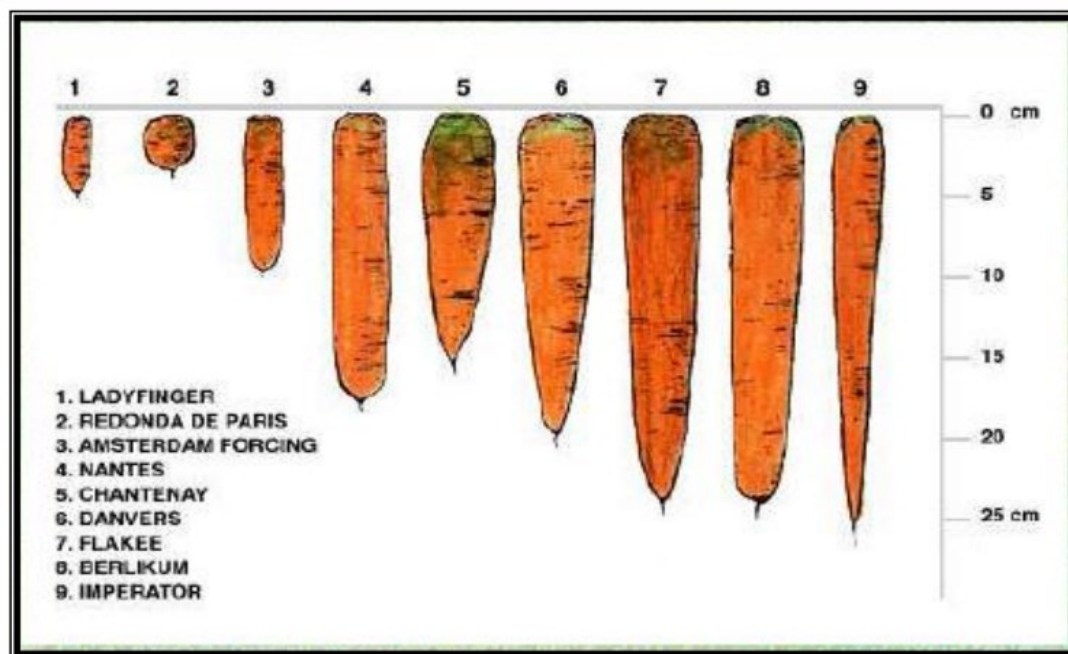
1.10.- VARIEDADES DE ZANAHORIA

Actualmente existe una gran cantidad de variedades de zanahoria donde las podemos agrupar en diferentes tipos en los cuales podemos encontrar el tipo:

- **Danvers:** las zanahorias de este tipo son de longitud media a larga, con el cuello ancho y puntiagudas.
- **Imperator:** es un tipo mucho más esbelto que el anterior en la zona del cuello y bastante más largo.
- **Nantes:** estas zanahorias tienen forma cilíndrica, recta y lisa. Tanto el cuello como la base son redondeados o despuntados. Este tipo es el mayoritario para consumo en fresco.
- **Flakee:** este tipo es de raíces grandes, largas y cónicas, con hojas vigorosas. Se usa tanto en el mercado en fresco como para la industria.
- **París:** estas zanahorias se caracterizan por un final despuntado y un tamaño menor.
- **Chantenay:** son un poco más alargadas que las del tipo París y terminan en punta.

Fuente: (Ministerio de la Agroindustria Presidencia de la Nación , 2017)

Figura 2: Tipos de Zanahoria



1.10.1.- Variedades utilizadas en la zona del río San Juan del Oro

1.10.1.1.- Variedad Altiplano

La principal característica de la variedad altiplano es la tolerancia al frío. Pueden ser cultivadas en verano en las zonas frías del país y en invierno en los valles (ecoticias.com, 2011).

La zanahoria Altiplano es el resultado de doce años de investigación, para registrar la variedad fue imprescindible cumplir con las pruebas de Distinción, Homogeneidad y Estabilidad (DHE). La variedad tiene que ser diferente a las variedades ya existentes. En la cosecha la mayor parte tiene que parecerse en forma y color, y sus características climáticas deben ser similares. Se realizaron pruebas en Tarija, Chuquisaca, Oruro y Cochabamba con resultados positivos. Una de las cualidades de la nueva variedad es el alto contenido nutricional. Si se parte la zanahoria se ve una corteza anaranjada que tiene un mayor contenido de beta-caroteno (precursor de la vitamina A) (ecoticias.com, 2011).

Esta variedad es Tipo Chantenay con un peso de 100 a 150 gramos tamaño mediano 12 a 15 cm forma de la raíz cónica, color externo anaranjado intenso, además distancia entre surcos de 25 a 30 cm. En Valles y Altiplano el ciclo dura 120 días y 150 días respectivamente y su rendimiento de 30 a 40 t/ha (YUPANQUI, 2024).

1.10.1.2.- Variedad Larga vida

La zanahoria variedad “Larga Vida” se caracteriza por presentar una raíz de forma alargada con un tamaño de 13 a 20 centímetros y un peso de 130 a 180 gramos. Las recomendaciones para su siembra son; distancia entre surcos de 25 a 30 cm distancia entre plantas 5 cm y su rendimiento es de 35 a 45 t/ha. Observaron el ascenso en ventas de semilla de zanahoria debido a que en el país esta hortaliza ha incrementado su producción en las últimas gestiones, expandiéndose a nuevas zonas de producción como las regiones altiplánicas, mediante el apoyo de algunos programas gubernamentales para su tecnificación y apoyo a la producción de rubros estratégicos, mencionando a las variedades Larga Vida y Altiplano como productos estrella (YUPANQUI, 2024).

1.10.1.3.- Variedad criolla

Esta variedad se caracteriza por ser tipo Chantenay – Danvers de un buen calibre, esta semilla es sacada en la localidad de Tomayapo y tiene un muy buen desempeño en la zona del río San Juan del Oro. Su rendimiento es muy similar al que se obtiene de la semilla larga vida, que estaría en un rendimiento de 35-40 t/ha.

1.10.2.- Variedad híbrida importada a utilizar

1.10.2.1.- Seminis SV5300DN

1.10.2.1.1.-Características de la variedad y ventajas:

- Planta vigorosa muy precoz.
- Tipo Nantesa.
- Buen formato, excelente rendimiento, buena inserción de hojas.
- Piel lisa.
- Tamaño 22 x 3.5 cm. (Jumbo).
- Muy buen color.
- Forma del Bulbo Cilíndrica.
- Color Naranja Intenso.
- Punta Roma.
- Menor descarte, muy buena calidad y uniformidad de raíz.
- Calibre Semilla MEDIUM 1,6 mm a 2 mm.
- Tolerante a floración prematura (Bolting)
- Buena adaptabilidad variedad muy plástica.

- Buena performance con enfermedades de hoja.
- Resistencia a Enfermedades IR Alternaria dauci, Buen comportamiento contra bacterias.
- Madurez Relativa Verano 120-140 días.
- Madurez Relativa Invierno 150-180 días.

Fuente: (ARG-AGRO semillera , s.f.)

El rendimiento puede variar de un lugar a otro y de un año a otro, ya que las condiciones climáticas, del suelo y del cultivo local pueden variar. Los productores deben evaluar datos de múltiples ubicaciones y años siempre que sea posible y deben considerar los impactos de estas condiciones en los campos del productor. Cualquier recomendación proporcionada en este material se basa en observaciones de campo y comentarios recibidos de un número limitado de ensayos y geografías. Estas recomendaciones deben considerarse como un punto de referencia y no deben sustituir la opinión profesional de agrónomos, entomólogos u otros expertos relevantes que evalúen condiciones específicas (Vegetables By Bayer, 2025).

1.11.- PRACTICAS AGRONÓMICAS

1.11.1.- Preparación del suelo

La preparación de suelo debe de consistir en una aradura profunda (subsoleo donde lo requiera), dando los pases de rastra que sean necesarios, todo esto con una humedad adecuada para lograr una buena estructura que permita el fácil crecimiento de la raíz de la zanahoria. De igual manera, si la preparación es manual o con tracción animal debe reunir los mismos requisitos (Lardizábal, 2013).

La incorporación de materia orgánica, como compost o estiércol bien descompuesto, es importante para mejorar la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua (cambiagro, 2024).

1.11.2.- Melgado y siembra

Se realiza el trazado de melgas de orientación para el sembrador, para facilitar la siembra al voleo. Se recomienda usar una densidad de siembra de 4kg/ha para obtener zanahorias homogéneas de buen calibre, pero las densidades de siembra pueden variar dependiendo del suelo en el que se está por trabajar.

1.11.3.- Levantamiento de camas

El uso de camas altas favorece la aireación y drenaje del suelo, con lo que se consigue un crecimiento adecuado de la zanahoria. Su altura debe ser de al menos 30 centímetros. Otros beneficios de las camas altas incluyen un mejor manejo del riego y una mejor captación de luz con lo que se mejora la temperatura de la zona radicular. Otro aspecto a tomar en cuenta al levantar camas es hacerlo con curvas a nivel que permitan evacuar el exceso de agua en la época lluviosa (Lardizábal, 2013).

El ancho del surco puede variar, pero la zona del río San Juan del Oro se realiza los surcos con un ancho de 50cm cuando se utiliza maquinaria agrícola; cuando se realiza de forma manual el ancho del surco varía de 35 a 55 cm aproximadamente.

1.11.4.- Abonamiento

La zanahoria es especialmente exigente en potasio siendo este el nutriente que absorbe del suelo en mayor cantidad, seguido por el nitrógeno y fósforo, en ese orden. De acuerdo con varios expertos en nutrición vegetal, una buena cosecha puede extraer unas 23 libras de nitrógeno por tarea. De estas 13 se almacenan en las raíces engrosadas mientras 10 libras de nitrógeno van a formar parte del follaje. La deficiencia de nitrógeno se manifiesta con crecimiento lento y color pálido en las hojas, además los bajos rendimientos. Dosis muy altas de nitrógeno provocan la formación de follaje excesivo, disminución del tamaño y la concentración de azúcares en la raíz engrosada, aumento en la susceptibilidad de enfermedades y mayor probabilidad que se agrieten las raíces engrosadas, sobre todo cuando se aplica riego en exceso. Si se utiliza materia orgánica como fuente de nutrientes, esta debe estar bien descompuesta al aplicarse; cuando se aplica materia orgánica comenzando a descomponerse, aumenta drásticamente la frecuencia de raíces engrosadas ramificadas (Alejo, 2020).

1.11.5.- Riego

El método más usado es el riego por gravedad, utilizando el sistema de surcos rectos o al contorno. Si fuese por aspersión, el riego debe mantenerse uniforme en toda la superficie de la cama, que es requisito indispensable para la buena germinación de la semilla (MEFCCA, 2024).

1.11.6.- plagas y enfermedades

El control de plagas y enfermedades tiene una gran importancia ya que, dependiendo del control de los mismos, influirá en el desarrollo del cultivo de zanahoria.

Las plagas de la zanahoria más comunes en la zona:

- **Mosca en la zanahoria (*Psylla rosae*).** - sus larvas hacen galerías en la parte externa de las zanahorias que acabaran pudriéndose (Cardenas, s.f.).

Control químico: se recomienda el uso de insecticida, con ingrediente activo carbofuran.

- **Gusano alambre (*Agriotes spp*).** - El gusano de alambre en zanahoria es una plaga devastadora que afecta los cultivos, provocando pérdidas de rendimiento y calidad. Este insecto puede causar daños graves en las raíces, lo que genera impactos económicos para los agricultores (Equipo Editorial Cambiagro, 2024).

Control químico: El uso de insecticidas es una opción en casos de infestaciones severas. Es importante emplearlos bajo la guía de un técnico agrícola para evitar problemas de resistencia. Los insecticidas usados para control de esta plaga tenemos Clorpirifos, Fipronil, Lambda-cihalotrina (Equipo Editorial Cambiagro, 2024).

Las enfermedades más comunes son:

- **Mildium polvoroso (*Erysiphe heraclei*).** - se observa un crecimiento fúngico blanco y polvoriento en las hojas y tallos más viejos, que luego se extiende a las hojas más nuevas en desarrollo antes de colonizar toda la planta. Bajo una fuerte presión de la enfermedad, las hojas se tornan marrones, retorcidas y quebradizas antes de marchitarse y morir. Control: variedades tolerantes, rotación de cultivos, eliminación de restos vegetales desechos, uso de fungicidas al primer signo de infección (Bayer Crop Science, s.f.).

- **Tizón de la hoja por *Alternaria* (*Alternaria dauci*).** -Inicialmente visibles como lesiones de color marrón oscuro en los folíolos y pecíolos, estas lesiones pueden estar rodeadas por un halo amarillo. Las primeras infecciones suelen encontrarse en los bordes de los folíolos de las hojas más viejas de zanahoria. En condiciones favorables, estas pueden unirse y marchitar y ennegrecer hojas enteras o partes

aéreas de las plantas, adquiriendo un aspecto de «tizón» (como su nombre indica).
control: se hace el mismo control que el mildium (Bayer Crop Science, s.f.).

1.11.7.- cosecha

La cosecha de zanahoria se realiza entre 90 y 120 días después de la siembra, dependiendo de la variedad y las condiciones de cultivo. Es importante cosechar en el momento adecuado para evitar que las raíces se vuelvan demasiado fibrosas o que se desarrollen grietas (cambiagro, 2024).

1.11.7.1.- Indicadores para realizar la cosecha

Cuando los tallos de las hojas se inclinan hacia el suelo, es un indicador de que la zanahoria ya se puede sacar y cuando los tallos de la zanahoria están bien rectos, señal que todavía debe crecer más, debemos mantenerla plantada más tiempo (BORDAS , s.f.).

1.11.7.2.- clasificación comercial de la zanahoria

Categoría I o Selecta: son las de calidad superior, además de tener forma regular, no presentar magulladuras, heridas o grietas y debe tener un color anaranjado propio de la especie. No debe tener más de 4.5 cm de diámetro, puede tener hasta 18 cm de largo y no puede medir menos de 7.5 cm o no debe pesar más de 200 g. Se toleran algunos defectos leves en la forma, en la coloración y leves heridas cicatrizadas. Categoría II o Corriente: se incluyen las zanahorias que no pueden clasificarse en la categoría superior, permiten defectos en su forma, coloración, heridas cicatrizadas que no alcancen el corazón. (Apaza, 2011)

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

CAPITULO II

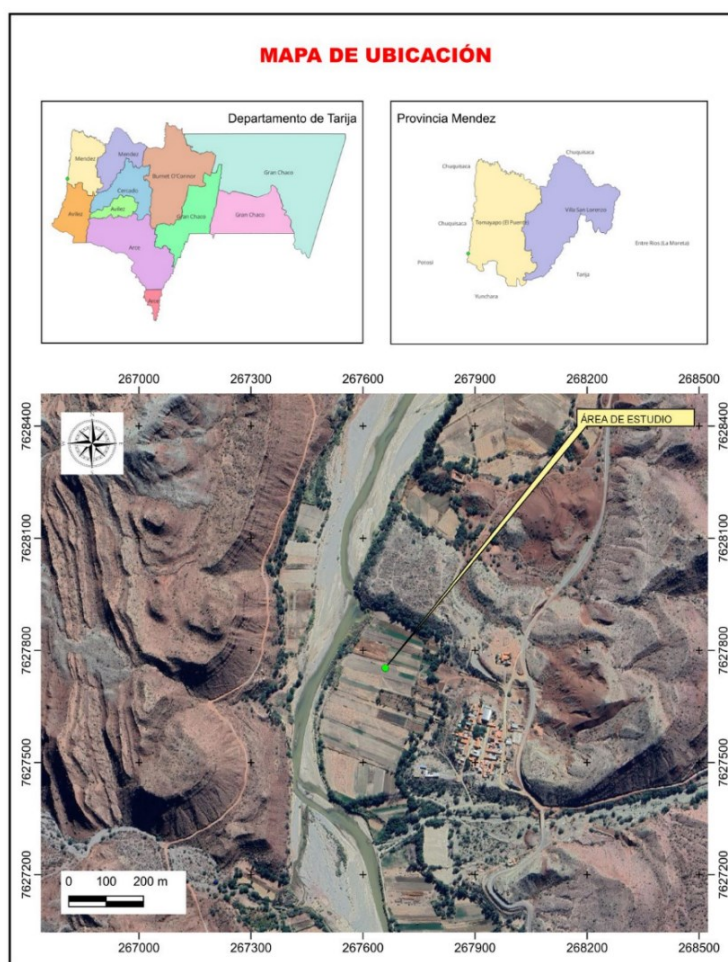
MATERIALES Y METODOS

2.1.- LOCALIZACION

El presente trabajo de investigación se realizó en la Zona del Rio San Juan Del Oro, la zona esta compartida por tres Departamentos, entre ellos cuatro municipios El Puente, Las Carreras, Yunchara, Tupiza.

La parcela de experimentación se encuentra en la comunidad Carrizal, provincia Méndez a 15 minutos de El municipio El Puente.

Figura 3: Localización



Fuente: SIG de la facultad de ciencias agrícolas y forestales.

2.1.1.- UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Latitud sud: 21°26'15''

Longitud oeste: 65°14'29''

Altura m/s/n/m: 2407

2.2.- CARACTERÍSTICAS DEL ECOSISTEMA

Según la clasificación de Köppen, corresponde a semiárido que registra niveles más reducidos de precipitación anual estacionaria, con la mayoría de los meses con déficit de agua. Se registran de 1 a 2 meses de débil excedencia de agua como máximo, entre 6 a 7 meses de déficit hídrico (Estación meteorológica de El Puente) senamhi.

2.2.1.- Precipitación

Los datos registrados en la estación pluviométrica, se obtiene un valor de Precipitación media anual de 322.3 mm (Estación meteorológica de El Puente) senamhi. (IVAN, 2023)

2.2.2.- Temperatura

Las variables temperatura se tomó de la estación de El Puente, dando como resultado una temperatura media anual de 18°C. anexo N°5. (IVAN, 2023)

2.2.3.-Suelos

Los suelos son de uso potencialmente agrícola, dispuestos en terrazas aluviales y playas, y llanuras que depositan un reducido pie de monte.

Las terrazas aluviales y piedemontes abarcan el 50% de la unidad, son áreas planas con suelos profundos, de disponibilidad de nutrientes moderada. En algunos lugares se presentan valores medios de salinidad (gobierno Autonomo Departamental de Tarija , 2002).

2.2.3.- Vegetación natural

La cobertura vegetal de las laderas está constituida por matorrales muy ralos asociados a pastizales de características xeromórficas. Estas laderas actualmente están sometidas a un fuerte proceso de deterioro debido a la eliminación de la vegetación arbórea y arbustiva para la provisión de leña para uso doméstico (gobierno Autonomo Departamental de Tarija , 2002).

Especies de arbóreo más comunes en la zona Rio San Juan de Oro:

Tabla 1: Especies arbóreas en el rio san juan del oro

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
<i>Churqui</i>	<i>Acacia caven (Molina)</i>	<i>Leguminosa</i>
<i>Molle</i>	<i>Molina</i>	<i>e</i>
<i>Sauce llorón</i>	<i>Schinus molle L.</i>	<i>Anacardiaceae</i>
<i>Algarrobo</i>	<i>Salix babilónica L.</i>	<i>Salicaceae</i>
<i>chilca</i>	<i>Propopis sp.</i>	<i>Leguminosa</i>
	<i>Baccharis sp.</i>	<i>e</i>
		<i>Compositae</i>

Fuente: Herbario Universitario (T.B.), (IVAN, 2023)

Cultivos frutícolas más comunes:

Tabla 2: cultivos frutícolas más comunes en el Rio San Juan del Oro

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
<i>Higuera</i>	<i>Ficus carica L.</i>	<i>Moracea</i>
<i>Membrillo</i>	<i>Cydonia</i>	<i>Rosaceae</i>
<i>Duraznero</i>	<i>ablanga Miller</i>	<i>Rosaceae</i>
<i>Pera</i>	<i>Prunus persica (L.)</i>	<i>Rosaceae</i>
<i>Ciruelo</i>	<i>Botsch Pyrus communis</i>	<i>Rosaseae</i>
	<i>L. Prunus domestica L.</i>	

Fuente: Herbario Universitario (T.B.), (IVAN, 2023)

2.2.4.- Uso actual del suelo

El uso del suelo agrícola actual es la producción de maíz (*Zea mays*), realizando una rotación de cultivos con el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.), zanahoria (*Daucus carota* L.), papa (*Solanum tuberosum*), y otros cultivos de la zona.

2.3.- MATERIALES EXPERIMENTALES

2.3.1.- Material vegetal

- (V1) Semilla certificada Valle de Oro variedad Altiplano.
- (V2) Semilla hibridada Seminis variedad SV5300DN.

2.3.2.- Materiales de campo

- Azadón.
- Pala.
- Rastrillo.
- Carretilla.
- Mochila pulverizadora.
- Balde.
- Planilla de campo.
- Balanza.
- Nylon.

2.3.3.- Material de registró

- Tablero de campo.
- Libreta de campo.
- Bolígrafo, lápiz.
- Cámara fotográfica.
- Planillas.

2.3.4.- Materiales de demarcación

- Winchas.
- Flexómetro.
- Estacas.

2.4.- METODOLOGIA

2.4.1.- Diseño experimental

El diseño experimental será bloques al azar con arreglo factorial (2x3) con 6 tratamientos y 3 repeticiones, con 18 unidades experimentales.

2.4.2.- Descripción de los factores

➤ **Factor 1:** Variedades (Altiplano y SV5300DN)

(V1) Variedad Altiplano. - variedad certificada que tiene como características principales la tolerancia al frío y también por ser una variedad tipo Chantenay.

(V2) Variedad SV5300DN. - variedad híbrida de buen rendimiento y uniformidad de raíz, tipo nantesa con buena tolerancia a enfermedades de hoja.

➤ **Factor 2:** Densidad de siembra

(D1) Densidad N°1: se está utilizando una menor cantidad de semillas por la misma superficie de siembra (3.65kg/ha).

(D2) Densidad N°2 (tradicional): se tomará la relación de 4.86kg/ha como la densidad usada comúnmente en la localidad de carrizal.

(D3) Densidad N°3: se está utilizando una mayor cantidad de semillas por la misma superficie de siembra (6.08kg/ha).

2.4.3.- Descripción de los tratamientos

Tabla 3: DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS

Variedad	Densidades	Tratamientos
V1 (Variedad altiplano)	D1 (2.19 gramos)	V1-D1= T1
	D2 (2.92 gramos)	V1-D2= T2
	D3 (3.65gramos)	V1-D3=T3
V2 (Variedad SV5300DN)	D1 (2.19 gramos)	V2-D1= T4
	D2 (2.92 gramos)	V2-D2= T5
	D3 (3.65gramos)	V2-D3=T6

2.4.3.1.- densidad de siembra para el diseño:

D1=Densidad N°1 2.19 gramos.

D2=Densidad N°2 tradicional 2.92 gramos.

D3=Densidad N°3 3.65 gramos.

2.4.3.2.- Leyenda de los Tratamientos (6 combinaciones):

T1 = Variedad Altiplano – densidad de 2.19 gramos.

T2 = Variedad Altiplano – Densidad 2.92 gramos.

T3 = Variedad Altiplano – Densidad 3.95 gramos.

T4 = Variedad SV5300DN – Densidad 2.19 gramos.

T5 = Variedad SV5300DN – Densidad 2.92 gramos.

T6 = Variedad SV5300DN – Densidad 3.95 gramos.

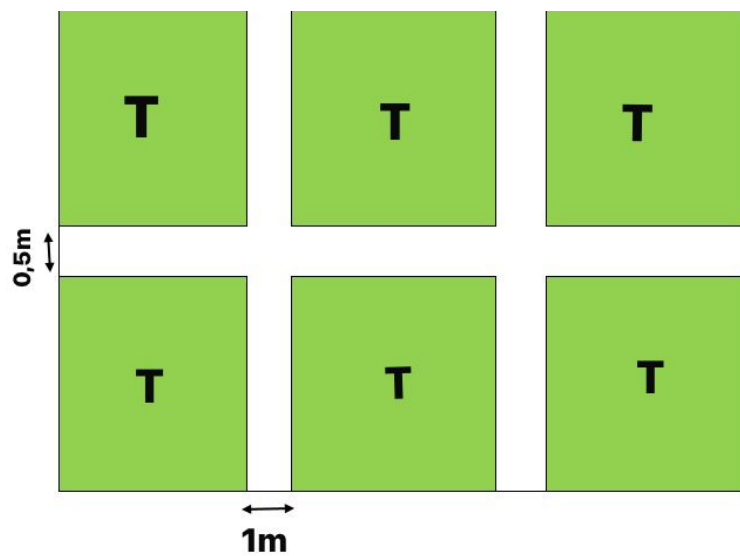
2.4.4.- Características del diseño

Tabla 4: CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO

Número de tratamientos	6
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	18
Largo de la unidad experimental	3m.
Ancho de la unidad experimental	2m.
Espacio entre columna	1m.
Espacio entre fila	0.5m.
Superficie por unidad experimental	6m.
Superficie neta	108m ²
Área total del ensayo	164m ²

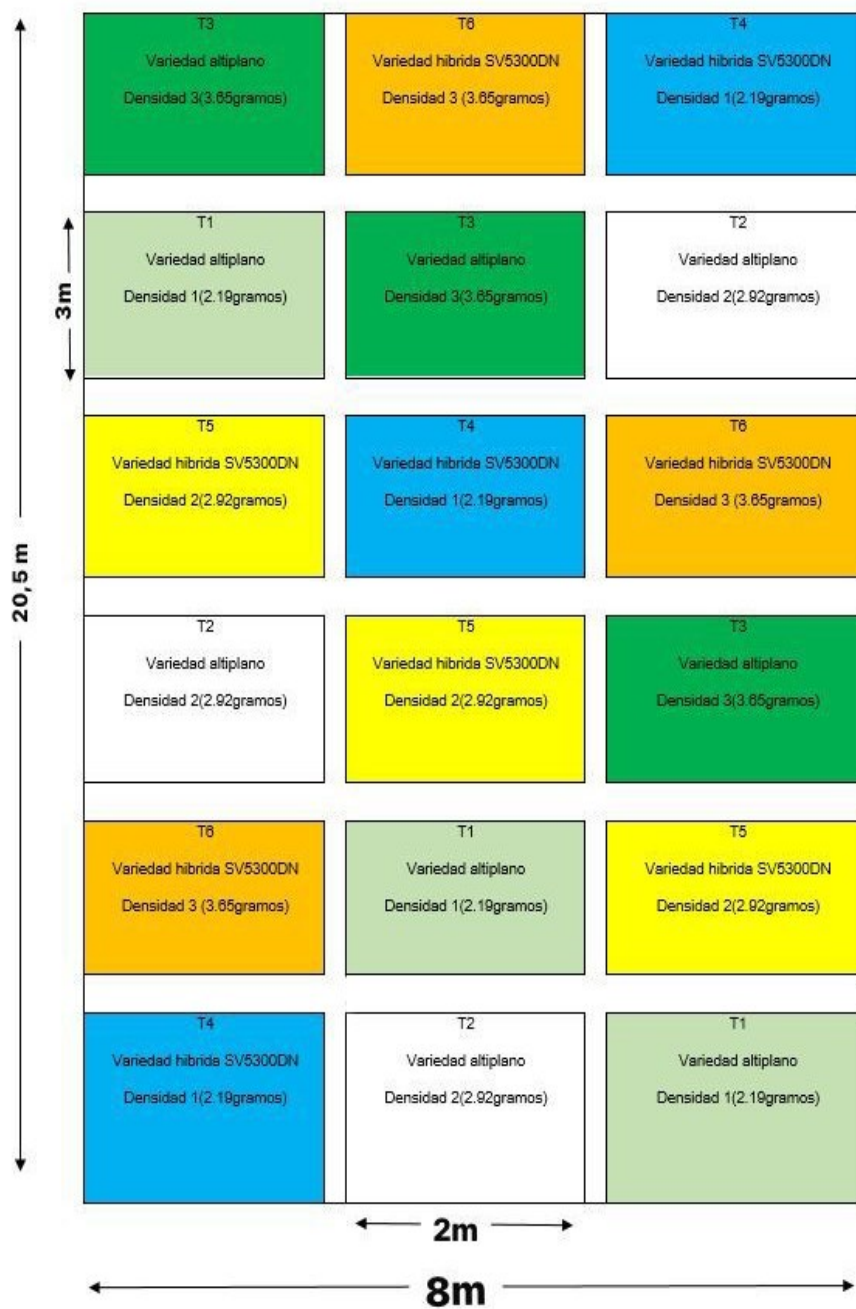
2.4.5.- Diseño de campo

Figura 4: Diseño de Campo



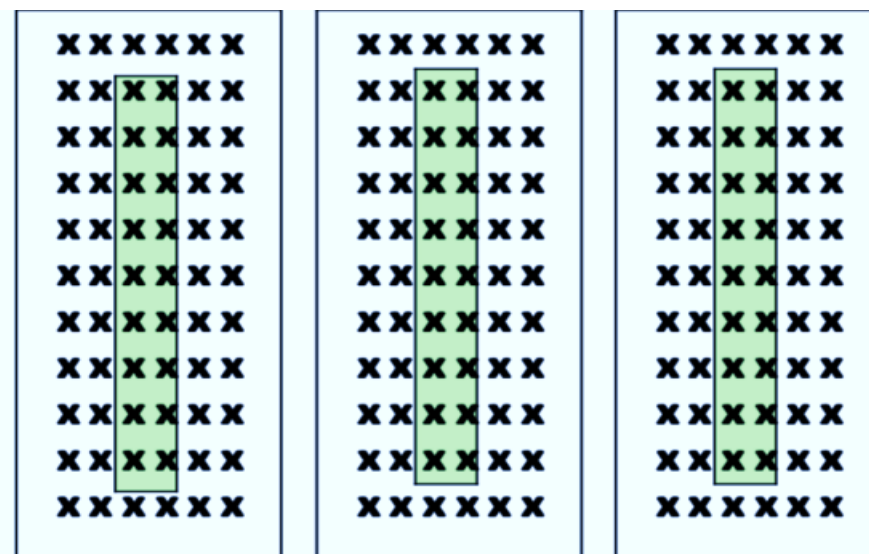
Fuente: elaboración propia

Figura 5: Diseño de Campo 2



Fuente: Elaboración propia

Figura 6: Área de cosecha



Fuente: elaboración propia

2.4.6.- Manejo del Cultivo

Preparación del suelo

Se realizó un arado correspondiente 3 meses antes utilizando tractor agrícola con el arado de discos, con la finalidad de tener una mezcla uniforme del suelo, buena aireación, eliminar malezas y enterrado de residuos; luego utilizamos rastra para desmenuzar los terrones y nivelar el terreno.

Análisis de suelo

Antes de realizar la siembra de nuestro cultivo, se procedió a sacar 10 muestras de suelo con el método de zig-zag de toda el área experimental, luego homogenizamos la muestra y por “cuarteo” sacamos un kilo de muestra representativa, para su realizar el respectivo análisis de físico químico del suelo en laboratorio.

Interpretación de análisis de suelo y plan de fertilización

La incorporación de fertilizantes se realizó basado en el análisis de suelo y requerimiento del cultivo, se realizó una primera aplicación en la II etapa y en la III etapa durante el aporque, incorporando la cantidad correspondiente para suplir las necesidades del cultivo.

Tabla 5: Demanda, Oferta y aporte de nutrientes

	REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES Kg/ha	SUELO Kg/ha	DOSIS A APLICAR Kg/ha
N	175	52	123
P	212	27.21	184.79
K	390	35.39	354.61

Tal como se observa según las necesidades nutricionales, evidenciamos la falta de nitrógeno, fosforo y potasio.

Tabla 6: aplicación de fertilizantes comerciales

Fertilizantes	Kg/ha	Kg/108m ²
Urea	108,69	1.17
Fosfato de amonio	401.71	4.34
Cloruro de potasio	581.33	6.27

Teniendo deficiencias de nutrientes en nuestro suelo, realizamos la aplicación de fertilizantes químicos con sus respectivas dosis.

Medición del diseño experimental y medición

Se sacaron medidas del diseño experimental con las herramientas necesarias y luego marcamos con estacas, y se procedió a marcar las melgas con una pala para proceder a realizar la siembra manual (al boleó).

Siembra

Una vez que ya definidos las dos variedades de semillas y las densidades de siembra, se procedió a realizar la siembra respectiva el 17 de mayo en las unidades experimentales.

Surcado

Una vez que se realizó la siembra, se realizó el surcado manual con un ancho de surco de 50 cm y una profundidad de 30 cm.

Fertilización

La incorporación de fertilizantes se realizó basado en el análisis de suelo y requerimiento del cultivo, se realizó una primera aplicación en la II etapa y en la III etapa durante el aporque, incorporando la cantidad correspondiente para suplir las necesidades del cultivo. De igual manera se hizo una fertilización foliar a base de aminoácidos y macronutrientes para mejorar el desempeño de la planta.

Riego

El riego es muy esencial para la sostenibilidad y productividad del cultivo, por lo cual el tipo de riego utilizado fue a gravedad, el primer riego una vez terminado la siembra, posterior a eso realizo varios riegos con una carencia de un riego a otro de 10 días de acuerdo a la necesidad que requirió el cultivo hasta culminar el ciclo del cultivo.

Aporque

Después de la primera aplicación de fertilizante químico, se realizó el aporque o levantamiento del surco en fecha 11 de septiembre y se realizó la segunda aplicación de fertilizante químico

Tratamientos fitosanitarios

El buen control de malas hierbas, plagas y enfermedades en el cultivo, se verá reflejado en la calidad y rendimiento del mismo.

Las malas hierbas que esto lo controlamos con herbicidas

HERBICIDAS USADOS:

- **Herbadox:** este es un herbicida pre emergente utilizado luego de las pasadas dos semanas de siembra para evitar la presencia de malas hierbas.
- **Sencor:** se utilizó este insecticida cuando aparecieron las primeras malezas, entre el segundo y tercer mes de desarrollo, se realizó 2 aplicaciones para el control.

INSECTICIDAS:

- **Carbodan.** - se utilizó el insecticida en los primeros días de emergencia y luego de los 15 días desde la primera aplicación para control de la mosca de la zanahoria y presencia de nematodos en el cultivo.

- **Sentinel.** - se hizo la aplicación a los 50 días, dicho insecticida de aplico de manera manual en cada surco con la dosis respectiva que indica el producto.

los productos fueron usados para el control en especial de la plaga de la mosca en la zanahoria (*Psylla rosae*).

FUNGICIDAS:

- **Tild y Priory xtra:** Se hizo aplicación de estos fungicidas a los 123 días de la siembra para prevenir enfermedades, en especial el oídio (*Erysiphe heraclei*), que se presenta como un polvo blanquecino en las hojas y tallos; de igual manera para el tizón de la hoja por alternaría (*Alternaria daucia*), lo cual estas enfermedades afectan negativamente al desarrollo foliar y por ende una disminución de rendimiento y calidad de raíz.

Cosecha

La cosecha se realizó cuando el cultivo haya alcanzado su madure fisiológica (los tallos de las hojas se inclinan hacia el suelo y haya buena formación de la raíz), la cosecha se realiza de manera manual con herramientas necesarias, haciendo la selección y clasificación de las zanahorias de acuerdo a lo que exige el mercado.

2.4.7.- Variables De Respuesta

Presencia de enfermedades

Se evaluó la incidencia (%) de plantas afectas, de una muestra de 10 zanahorias de cada unidad experimenta al azar, en relación al total de plantas evaluadas en cada unidad experimental.

$$\text{Incidencia (\%)} = \left(\frac{N \text{ de plantas enfermas}}{N \text{ total de plantas evaluadas}} \right) \times 100$$

Días a cosecha

Se registró la fecha de siembra o emergencia de la zanahoria y la fecha de cosecha por tratamiento tomando en cuenta los criterios ya definidos. Finalmente se realizó el análisis estadístico para determinar si hay diferencias significativas entre los tratamientos.

Peso de la raíz

De la muestra de 10 zanahorias de manera representativa por parcela limpiamos las raíces, para pesarles en una balanza de precisión y registramos el peso de cada raíz en gramos (g). Luego realizamos la distribución comercial de zanahorias de acuerdo al peso de venta.

Calibre de la zanahoria

Cuando el cultivo cumplió los criterios de cosecha, se seleccionó 10 zanahorias por cada unidad experimental de manera aleatoria, para cada raíz seleccionada medimos el diámetro del punto más ancho de la raíz (en cm)

Longitud de raíz

seleccionó 10 zanahorias por cada unidad experimental de manera aleatoria, para cada raíz seleccionada medimos el largo desde la punta de la raíz hasta el cuello de la raíz en (cm)

Porcentaje de Raíz respecto al total de la planta (%)

En el momento que se realizó la cosecha, se sacará 10 raíces al azar de la unidad experimental, se va separar la parte área (hojas y tallos) de la parte de la raíz (parte comestible) y se procederá a pesar en (gr) cada parte de manera individual y luego sacamos el % de raíz de acuerdo a la formula:

$$\% \text{RAIZ} = \text{Peso de Raíz} / (\text{peso de raíz} + \text{peso de follaje}) * 100$$

Rendimiento en kilogramos por metro cuadrado

Se cosecharon todas las raíces de la sud parcela o área de cosecha, se registrará el peso total de las raíces sanas y comerciales en kilogramos. Finalmente realizamos el cálculo del rendimiento por parcela en kg/m².

Nota: *se está dejando la perdida de bordo y así obtenemos la subparcela de 1m de ancho por 2m de largo.*

Rendimiento en toneladas por hectárea

Para obtener el rendimiento por hectárea primero se cosecho una sud parcela o área de cosecha de cada tratamiento luego se procederá a pesar cada una de ellas, se sacará una media de las tres repeticiones luego se realizará una regla de tres para obtener en T/ha de cada tratamiento.

Análisis económico

Para el efecto se elaborará una hoja de costos e ingresos, y se relacionará beneficio/costo.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSION

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSION

El trabajo de investigación realizado, presenta los siguientes:

3.1.- Evaluación de la incidencia de oídio (*Erysiphe heraclei*)

Evaluación de incidencia (%) de plantas afectadas con la enfermedad de hojas:

Tabla 7: Incidencia oídio (*Erysiphe heraclei*)

TRATAMIENTOS	REPLICAS			TOTALES	MEDIAS
	I	II	III		
T1=V1D1	40	30	30	100	33.3
T2=V1D2	50	40	30	120	40.0
T3=V1D3	50	40	40	130	43.3
T4=V2D1	20	10	20	50	16.7
T5=V2D2	30	10	20	60	20.0
T6=V2D3	30	20	20	70	23.3
SUMATORIA	220	150	160	530	
MEDIA	36.7	25.0	26.7		

Como podemos observar en la tabla existe mayor incidencia de la enfermedad en el tratamiento T3 (variedad altiplano- densidad 6.08 kg/ha) con un 43.3% de plantas enfermas y existe menor incidencia de oídio en el tratamiento T4 (variedad SV5300DN- densidad 4.86 kg/ha) con un 16.7% de plantas enfermas.

Tabla 8: De Doble Entrada De Variedades Y Densidades En (%)

FACTORES	D1	D2	D3	TOTAL	PROMEDIO
V1	100	120	130	350	38.9
V2	50	60	70	180	20.0
TOTAL	150	180	200	530	
PROMEDIO	25.0	30.0	33.3		

En la tabla de doble entrada podemos ver la variedad V2(SV5300DN) presenta menor incidencia representando el 20% al respecto de la V1(Variedad Altiplano) que presenta mayor incidencia con un 38.9%. Referente a las densidades tenemos que, a mayor densidad, mayor incidencia de la enfermedad.

Tabla 9: De Análisis De Varianza (ANOVA), oídio (*Erysiphe heraclei*)

Fuente de variación	grados de libertad	suma de cuadrados	cuadrado medio	f- calculada	f-tabulada	
					5%	1%
Total	17	2494.44				
Tratamientos	5	1827.78	365.56	19.35***	3.33	5.64
Replicas	2	477.78	238.89	12.65***	4.1	7.56
Factor A	1	1605.56	1605.56	85.00***	4.96	10.04
Factor B	2	211.11	105.56	5.59*	4.1	7.56
Inter. A/B	2	11.11	5.56	0.29NS	4.1	7.56
Error	10	188.89	18.89			

NS = No es significativo

*= Significativo

*** = Altamente significativo

De acuerdo al análisis de varianza (ANOVA), referente a incidencia de oídio (*Erysiphe heraclei*) en la zanahoria (%), nos indica que existe diferencias altamente significativas para las fuentes de variación de los tratamientos (variedad x densidad) y en el factor

A(variedades); en el factor B(densidades) afectaron significativamente en la incidencia de la enfermedad.

De igual manera se puede evidenciar en el cuadro de análisis de varianza (ANOVA) que la f-calculada es mayor que la f-tabulada referente en las réplicas, por lo cual nos indica que hay variación entre las réplicas; esto debido a que por factores abióticos como el viento afecto negativamente a la variación entre replicas y es por eso presento diferencias entre sí.

Se ve también que en el cuadro de análisis de varianza (ANOVA) que la f-calculada es menor que la f- tabulada, referente a la fuente de variación de interacción de A/B, lo que nos indica que no existe variación entre ellos.

Es necesario realizar la prueba de Tukey para la diferenciación entre los tratamientos, factor variedad y factor densidad.

PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS TUKEY

$$S_x = 3.88 \sqrt{\frac{18.89}{3}} = 2.51$$

$$T = q * S_x$$

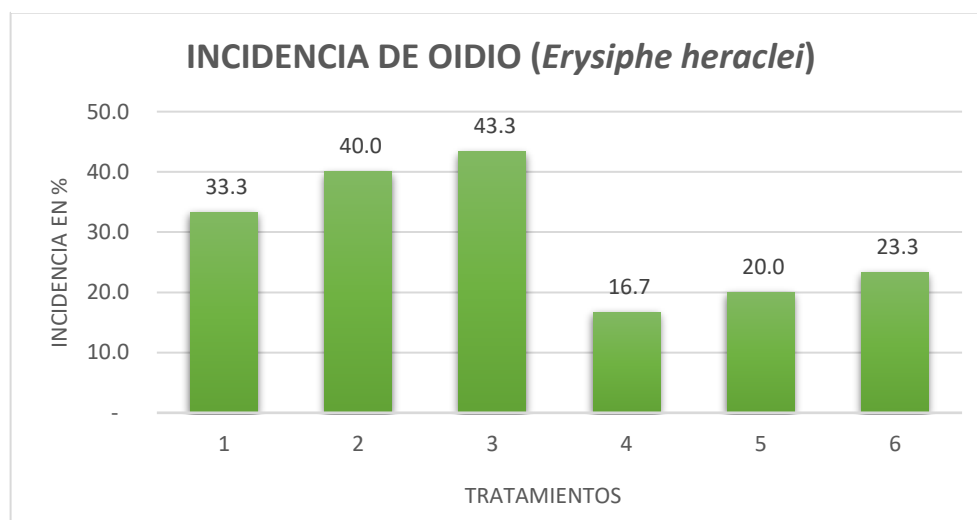
$$T = 3.88 * 2.51 = 9.74$$

Tabla 10:Prueba de Tukey, Incidencia oídio (*Erysiphe heraclei*)

	T3= 43.3	T2= 40	T1= 33.3	T6= 23.3	T5= 20
T4=16.7	26.6	23.3	16.6	6.6	3.3
T5= 20	23.3	20	13.3	3.3	0
T6= 23.3	20	16.7	10	0	-3.3
T1= 33.3	10	6.7	0	-10	-13.3
T2= 40	3.3	0	-6.7	-16.7	-20

Tabla 11: Interpretación de la prueba de Tukey

incidencia %	Media	Grupo Tukey
T3	43.3	a
T2	40	ab
T1	33.3	b
T6	23.3	c
T5	20	c
T4	16.7	c

Figura 7: Incidencia de oídio (*Erysiphe heraclei*)

Con la prueba de Tukey se permitió identificar y agrupar los tratamientos según sus niveles de incidencia de enfermedad. El tratamiento T3(variedad altiplano – densidad 6.08 kg/ha) presento mayor incidencia, supero el valor critico de Tukey (10.55) respecto a los tratamientos: T1(variedad altiplano – densidad 3.65 kg/ha), T4(variedad SV5300DN – densidad 3.65 kg/ha), T5(variedad SV5300DN – densidad 4.86 kg/ha) Y T6(variedad SV5300DN – densidad 6.08 kg/ha), lo que cual nos dice que dicho tratamiento fue el más afectado por oídio, lo cual se designó en el grupo “A”.

El T2(variedad altiplano – densidad 4.86 kg/ha) indica que este tratamiento su incidencia fue estadísticamente similar al T3(variedad altiplano – densidad 6.08 kg/ha), pero tuvo mayor incidencia respecto a los tratamientos con incidencias más bajas, T6(variedad SV5300DN – densidad 6.08 kg/ha) T5(variedad SV5300DN – densidad 4.86 kg/ha) T4(variedad SV5300DN –densidad 3.65 kg/ha).

EL T1(variedad altiplano – densidad 3.65 kg/ha) registró un valor intermedio (33.3%) no presento una diferencia significativa con el T2(variedad altiplano – densidad 4.86 kg/ha), pero si presento una diferencia significativa en incidencia con los tratamientos T6(variedad SV5300DN – densidad 6.08 kg/ha) T5(variedad SV5300DN – densidad 4.86 kg/ha) T4(variedad SV5300DN –densidad 3.65 kg/ha).

Los tratamientos T6(variedad SV5300DN – densidad 6.08 kg/ha), T5(variedad SV5300DN – densidad 4.86 kg/ha) y T4(variedad SV5300DN – densidad 3.65 kg/ha), no tienen diferencias significativas entre sí, pero si presentan una menor incidencia de oídio respecto a los Tratamientos T3(variedad altiplano – densidad 6.08 kg/ha), T2(variedad altiplano – densidad 4.86 kg/ha) y T1(variedad altiplano – densidad 3.65 kg/ha).

En resumen, vemos que la incidencia de oídio es mucho mayor en el T3(variedad altiplano – densidad 6.08 kg/ha) y mucho menor en la variedad T4(variedad SV5300DN – densidad 3.65 kg/ha). Se puede evidenciar que la incidencia de oídio disminuye notablemente cuando la densidad de siembra es menor en ambas variedades.

Prueba de Tukey para Factor A(Variedad):

	V1=38.9
V2=20	18.9

VARIEDAD	MEDIAS
V1	38.9 a
V2	20 b

Realizada la prueba de Tukey para el factor variedad, se ve que hay diferencias significativas entre variedades; la variedad V1(variedad Altiplano) es más susceptible a oídio (*Erysiphe heraclei*) mientras que la variedad V2(SV5300DN) presenta mejor resistencia a esta enfermedad de hoja.

Se evaluó la incidencia de la enfermedad de hoja, debido a que la enfermedad más común de la zanahoria (*Daucus carota* L.) en la localidad de Carrizal es el oídio (*Erysiphe heraclei*), lo cual afecta negativamente a la obtención de calidad de raíz y rendimiento.

3.2.- Días A Cosecha

Tabla 12: Días a cosecha

TRATAMIENTOS	REPLICAS			TOTALES	MEDIAS
	I	II	II		
T1=V1D1	168	168	169	505.0	168.3
T2=V1D2	166	166	165	497.0	165.7
T3=V1D3	163	164	164	491.0	163.7
T4=V2D1	159	158	160	477.0	159.0
T5=V2D2	159	158	158	475.0	158.3
T6=V2D3	155	156	157	468.0	156.0
SUMATORIA	970	970	973	2913.0	
MEDIAS	161.7	161.7	162.2		

Se puede ver el en cuadro que el tratamiento T6(variedad SV5300DN – densidad 6.08kg/ha) que su ciclo desde siembra hasta el día de la cosecha fue de 156 días, a diferencia del tratamiento T1(variedad altiplano – densidad 3.65kg/ha) que su ciclo fue más largo con 168.3 días desde el momento de la siembra hasta su cosecha

Tabla 13:De doble entrada para días a cosecha.

FACTORES	D1	D2	D3	TOTAL	MEDIA
V1	505	497	491	1493.0	165.9
V2	477	475	468	1420.0	157.8
TOTAL	982	972	959	2913.0	
MEDIA	163.7	162.0	159.8		

En la tabla de doble entrada nos indica que la variedad V2(SV5300DN) su ciclo es mucho más precoz, presento un ciclo de 157.8 días desde la siembra hasta la cosecha; a diferencia de la V1(variedad altiplano) que su ciclo fue de 165.9 días de la siembra hasta el momento de la cosecha. Las densidades de siembra afecto gradualmente a los días de cosecha en las variedades, entre mayor sea la densidad de siembra, más rápido será el desarrollo de raíz y por ende los días a cosecha será menor.

Tabla 14: análisis de varianza (ANOVA) para días a cosecha

Fuente de variación	grados de libertad	suma de cuadrados	cuadrado medio	f-calculada	f-tabulada	
					5%	1%
Total	17	350.50				
Tratamientos	5	343.83	68.77	121.35***	3.33	5.64
Replicas	2	1.00	0.50	0.88 NS	4.1	7.56
Factor A	1	296.06	296.06	522.45***	4.96	10.04
Factor B	2	44.33	22.17	39.12***	4.1	7.56
Inter. A/B	2	3.44	1.72	3.04 NS	4.1	7.56
Error	10	5.67	0.57			

NS = No es significativo

*= Significativo

*** = Altamente significativo

De acuerdo al análisis de varianza (ANOVA), referente a los días a cosecha se tiene:

Viendo los datos de la f-calculada y f-tabulada, nos indica que para las fuentes de variación que compone a los bloques o repeticiones y la interacción entre factores, no representan diferencias significativas, lo que significa que no hay varianza entre ellos.

En los tratamientos, factor variedad existen diferencias altamente significativas, lo que significa que hay variación entre los tratamientos, factor variedad, factor densidad. Esta variación puede atribuirse principalmente a las características genéticas de las variedades y a la competencia generada por los distintos niveles de densidad de siembra.

Por motivo a esta variación se debe realizar una prueba de comparación de medias:

PRUEBA DE TUKEY, DIAS A COSECHA

$$S_x = \sqrt{\frac{0.57}{3}} = 0.44$$

$$T = q * S_x$$

$$T = 3.88 * 0.44$$

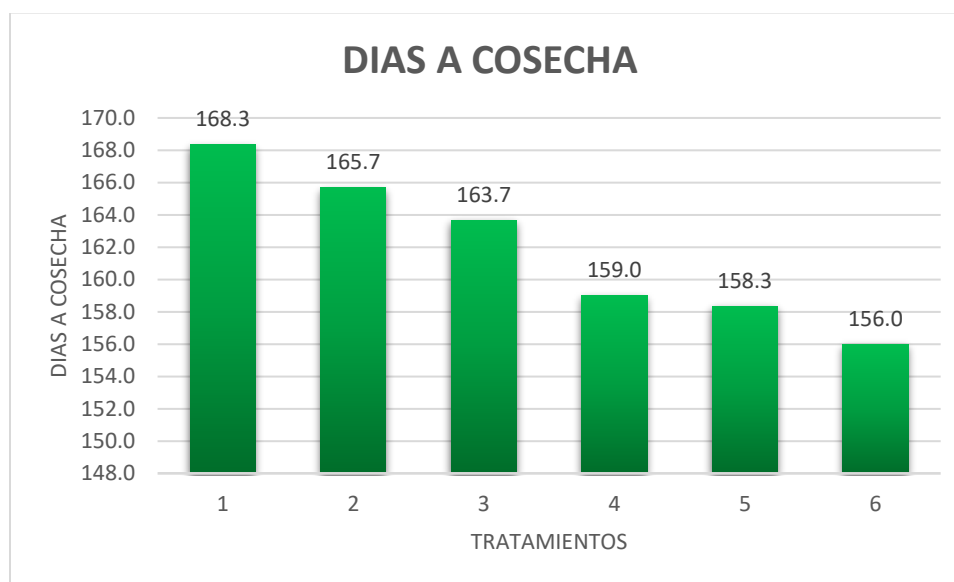
$$= 1.7$$

Tabla 15: Prueba de Tukey para días a cosecha

	T1=168.3	T2=165.7	T3=163.7	T4=159	T5=158.3
T6=156	12.3	9.7	7.7	3	2.3
T5=158.3	10	7.4	5.4	0.7	0
T4=159	9.3	6.7	4.7	0	-0.7
T3=163.7	4.6	2	0	-4.7	-5.4
T2=165.7	2.6	0	-2	-6.7	-7.4

Tabla 16: Interpretación de Tukey

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPO TUKEY
T1=V1D1	168.3	a
T2=V1D2	165.7	b
T3=V1D3	163.7	c
T4=V2D1	159	d
T5=V2D2	158.3	d
T6=V2D3	156	e

Figura 8: Días a cosecha

Con la prueba de Tukey podemos decir que el T1(variedad altiplano - densidad 3.65 kg/ha) fue el tratamiento que su ciclo desde la siembra hasta la cosecha fue más largo con 168,3 días, indicando que fue estadísticamente diferente de todos los demás. Le siguió el T2(variedad altiplano – densidad 4.86 kg/ha) con 165.7 días y T3(variedad altiplano – densidad 6.08 kg/ha) con 163.7 días hasta la cosecha y podemos decir que estos tratamientos mostraron diferencias significativas del resto de tratamientos.

El tratamiento T4(variedad SV5300DN – densidad 3.65 kg/ha) con 159 días y T5(variedad SV5300DN – densidad 4.86 kg/ha) con 158.3 días hasta la cosecha, no mostraron diferencias entre sí, pero si mostraron diferencias respecto al T1(variedad altiplano – densidad 3.65 kg/ha), T2(variedad altiplano – densidad 4.86 kg/ha) y el T3(variedad altiplano – densidad 6.08 kg/ha).

Finalmente, el T6(variedad SV5300DN – densidad 6.08 kg/ha) presento el menor tiempo a cosecha con 156 días y fue significativamente diferente a los demás tratamientos.

Los resultados nos demuestran que las variedades definen la duración del ciclo de acuerdo a las características genotípicas y fenotípicas que presenta cada variedad. La densidad también tuvo influencia en la duración del ciclo de cultivo, mientras mayor fue la densidad de siembra el tiempo a cosecha fue menor.

3.3.- Peso de la raíz en gramos

Tabla 17: Peso de la raíz (gr)

TRATAMIENTOS	REPLICAS			TOTALES	MEDIAS
	I	II	III		
T1=V1D1	113.5	119.7	116.1	349.3	116.43
T2=V1D2	87.9	77.1	108.9	273.9	91.30
T3=V1D3	102.6	92.5	75.9	271	90.33
T4=V2D1	204.1	149	162.9	516	172.00
T5=V2D2	116.5	131.5	128.3	376.3	125.43
T6=V2D3	87.9	103.9	74.9	266.7	88.90
SUMATORIA	712.5	673.7	667	2053.2	
MEDIA	118.75	112.28	111.17		

Se puede ver en el cuadro que hay una gran diferencia de peso en el T4(variedad SV5300DN – densidad 3.65 kg/ha) con un peso promedio de 172 gramos, respecto al peso del T3(variedad altiplano – densidad 6.08 kg/ha) de 90.33 gramos, siendo el peso más bajo de todos los tratamientos.

Tabla 18: de doble entrada, peso de raíz

FACTORES	D1	D2	D3	TOTAL	MEDIA
V1	349.3	273.9	271	894.2	99.36
V2	516	376.3	266.7	1159	128.78
TOTAL	865.3	650.2	537.7	2053.2	
MEDIA	144.22	108.37	89.62		

En tabla de doble entrada vemos que la variedad V2(SV5300DN) tiene el mayor peso, con 128.78 gramos y la V1(variedad Altiplano) que sería la Variedad que obtuvo el más bajo peso con 99.36 gramos. Con respecto a las densidades, podemos decir que cuando la densidad de siembra sea menor, mayor será el peso de la raíz.

Tabla 19: Análisis de varianza (ANOVA) peso de raíz

Fuente de variación	grados de libertad	suma de cuadrados	cuadrado medio	f-calculada	f-tabulada	
					5%	1%
Total	17	18712.96				
Tratamientos	5	15618.08	3123.62	10.79***	3.33	5.64
Replicas	2	201.14	100.57	0.35 NS	4.1	7.56
Factor A	1	3895.50	3895.50	13.46***	4.96	10.04
Factor B	2	9235.89	4617.95	15.96***	4.1	7.56
Inter. A/B	2	2486.69	1243.34	4.30*	4.1	7.56
Error	10	2893.74	289.37			

NS = No es significativo

*= Significativo

*** = Altamente significativo

De acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) sobre el peso de la raíz en gramos, tenemos: Que viendo la f-calculada respecto a la f-tabulada, nos indica que para las fuentes de variación que componen las réplicas no presentan diferencias significativas y que en la interacción de A/B hay diferencia significativa pero no es altamente significativa.

Pero también vemos que en análisis de varianza (ANOVA) nos indica que, para las fuentes de variación de los tratamientos, factor A(variedad), factor B(densidades) si existe diferencias altamente significativas, por ello se debe realizar una prueba de comparación de medias (tukey).

PRUEBA DE TUKEY PARA LOS TRATAMIENTOS

$$S_x = \sqrt{\frac{289.37}{3}} = 9.82$$

$$T = q * S_x$$

$$T = 3.88 * 9.82 = 38.11$$

Tabla 20: Prueba de Tukey, peso de raíz

	T4=172	T5=125.43	T1=116.43	T2=91.3	T3=90.33
T6=88.9	83.1	36.53	27.53	2.4	1.43
T3=90.33	81.67	35.1	26.1	0.97	0
T2=91.3	80.7	34.13	25.13	0	-0.97
T1=116.43	55.57	9	0	-25.13	-26.1
T5=125.43	46.57	0	-9	-34.13	-35.1

Tabla 21: Interpretación de Tukey

TRATAMIENTOS	MEDIAS
T4	172 a
T5	125.43 b
T1	116.43 b
T2	91.3 b
T3	90.33 b
T6	88.9 b

Figura 9: Peso de Raíz

Podemos decir que el tratamiento T4(variedad SV5300DN – densidad 3.65 kg/ha) tiene un peso de 172gramos que estadísticamente tiene el mejor peso de raíz respecto a los tratamientos T5(variedad SV5300DN – densidad 4.86 kg/ha), T1(variedad altiplano – densidad 3.65 kg/ha), T2(variedad altiplano – densidad 4.86 kg/ha) y el T3(variedad altiplano – densidad 6.08 kg/ha) y el T6(variedad SV5300DN – densidad 6.08 kg/ha) con un peso de raíz de 88.9 gramos siendo el tratamiento que menor peso obtuvo respecto al resto.

Tabla 22: Prueba e interpretación para factor A(variedad)

	V2=128.78
V1=99.36	29.42

VARIEDAD	MEDIAS
V2	128.78 a
V1	99.36 b

En la prueba de TUKEY para el factor A(variedad) podemos ver que existe diferencias significativas entre variedades, resultando ser mucho mejor la variedad V2(SV5300DN) en cuanto al peso de raíz que la V1(variedad Altiplano).

Tabla 23:Prueba e interpretación para factor B(densidad)

	D1=144.22	D2=108.37
D3=89.32	54.9	19.05
D2=108.37	35.85	0

DENSIDAD	MEDIAS
D1	144.22 a
D2	108.37 ab
D3	89,32 c

Se realizó una prueba de Tukey para el factor B(variedades) donde en la densidad más baja D1(3.65 kg/ha) se obtuvo zanahorias de mayor peso, estadísticamente esta densidad es mucho mejor que la densidad D3(6.08 kg/ha) donde se obtuvo el menor peso en la raíz.

La densidad D2(4.86 kg/ha) no presentó diferencias significativas en el peso de la raíz respecto a la D1(3.65 kg/ha) Y D3(6.08 kg/ha).

Las variedades SV5300DN y ALTPLANO tendrán un mejor peso de raíz con la D1(3.65 kg/ha) debido al mejor desarrollo individual de cada raíz.

3.4.- DIAMETRO DE LA RAIZ (cm)

Tabla 24: Datos para diámetro de raíz

TRATAMIENTOS	REPLICAS			TOTALES	MEDIA
	I	II	III		
T1=V1D1	4.3	4.6	4.5	13.4	4.47
T2=V1D2	4	3.9	4.3	12.2	4.07
T3=V1D3	4.1	4.2	3.8	12.1	4.03
T4=V2D1	4.8	4.3	4.4	13.5	4.50
T5=V2D2	3.9	4.2	4.1	12.2	4.07
T6=V2D3	3.6	3.9	3.4	10.9	3.63
SUMATORIA	24.7	25.1	24.5	74.3	
MEDIA	4.12	4.18	4.08		

Se observa que el tratamiento T4(variedad SV5300DN – densidad 3.65 kg/ha) presenta el mayor tamaño de diámetro de la raíz con 4.50cm y que el T6(variedad SV5300DN – densidad 6.08 kg/ha) presento un diámetro de 3.63cm siendo el más pequeño respecto al resto de los tratamientos.

Tabla 25: de doble entrada para diámetro de raíz

FACTORES	D1	D2	D3	TOTAL	MEDIA
V1	13.4	12.2	12.1	37.7	4.19
V2	13.5	12.2	10.9	36.6	4.07
TOTAL	26.9	24.4	23	74.3	
MEDIA	4.48	4.07	3.83		

En la tabla de doble entrada vemos que la variedad V1(ALTIPLANO) presenta un mejor diámetro en la raíz que la variedad V2(SV5300DN), pero no muy significativo. En cuanto a las densidades, vemos mayor variabilidad en el tamaño del diámetro de raíz, la densidad D3(6.08 gramos) presenta menor tamaño en el diámetro.

Tabla 26: Análisis de varianza (ANOVA) diámetro de raíz:

Fuente de variación	grados de libertad	suma de cuadrados	cuadrado medio	f-calculada	f-tabulada	
					5%	1%
Total	17	2.08				
Tratamientos	5	1.54	0.31	6.14***	3.33	5.64
Replicas	2	0.03	0.02	0.31 NS	4.1	7.56
Factor A	1	0.07	0.07	1.34 NS	4.96	10.04
Factor B	2	1.30	0.65	12.95 ***	4.1	7.56
Inter. A/B	2	0.17	0.09	1.74 NS	4.1	7.56
Error	10	0.50	0.05			

NS = No es significativo

*= Significativo

*** = Altamente significativo

En el análisis de varianza (ANOVA) para el diámetro de raíz, tenemos que, en las fuentes de variación de réplicas o bloques, factor A(variedad) y la interacción entre variedades y densidades no existe diferencias significativas, lo que nos indica que no existe variación.

De acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) sobre el diámetro de raíz en cm, vemos que la f-calculada es mayor que la f-tabulada, respecto a las fuentes de variación de los tratamientos y el factor variedad hay diferencias altamente significativas, lo que significa que hay variación.

Por lo cual recurrimos a una comparación de medias con la prueba de TUKEY:

PRUEBA DE TUKEY, PARA EL DIAMETRO DE RAIZ EN (cm)

$$S_x = \sqrt{\frac{0,05}{3}} = 0,13$$

$$T = q * S_x$$

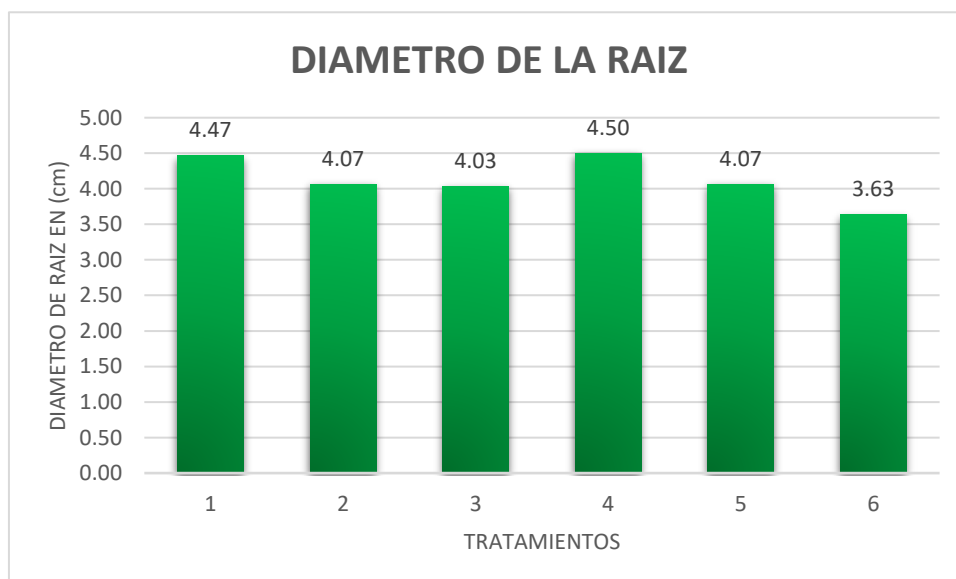
$$T = 3.88 * 0,13 = 0,50$$

Tabla 27: prueba de TUKEY

	T4=4.5	T1=4.47	T5=4.07	T2=4.07	T3=4.03
T6=3.63	0.87	0.84	0.44	0.44	0.4
T3=4.03	0.47	0.44	0.04	0.04	0
T2=4.07	0.43	0.4	0	0	-0.04
T3=4.07	0.43	0.4	0	0	-0.04
T6=4.47	0.03	0	-0.4	-0.4	-0.44

Tabla 28: Interpretación de TUKEY

TRATAMIENTOS	MEDIAS
T4	4,5 a
T1	4,47 ab
T5	4,07 ab
T2	4,07 ab
T3	4,03 ab
T6	3,63 c

Figura 10: Diámetro de Raíz

Con la prueba de Tukey, vemos que el T4(variedad SV5300DN – densidad 3.65 kg/ha) tuvo el mayor tamaño de diámetro de 4.50 cm, seguido del T1(variedad altiplano – densidad 3.65 kg/ha) con un diámetro de 4.47 cm siendo los tratamientos que significativamente tienen el diámetro más grande que el T6(variedad SV5300DN – densidad 6.08 kg/ha) que tuvo un tamaño de diámetro de 3.63 cm, siendo el tratamiento con menor tamaño en diámetro.

Podemos decir que los tratamientos T5(variedad SV5300DN – densidad 6.08 kg/ha), T2(variedad altiplano – densidad 4.86 kg/ha), T3(variedad altiplano – densidad 6.08 kg/ha) y T6(variedad SV5300DN – densidad 6.08 kg/ha) no presentaron diferencias significativas entre tratamientos respecto al tamaño del diámetro.

Tabla 29: Prueba e interpretación de Tukey para factor B(densidad)

	D1=4.48	D2=4.07	DENSIDAD	MEDIAS
D3=3.83	0.65	0.24	D1	4,48 a
D2=4.07	0.41	0	D2	4,07 ab
			D3	3,83 b

Con la prueba de Tukey para las densidades, vemos que la con la D1(3.65 kg/ha) obtenemos zanahorias de mayor tamaño de diámetro que la con la D3(6.08 kg/ha) que es con la densidad que debemos evitar trabajar si queremos obtener zanahorias con un buen diámetro de raíz.

El grosor de la zanahoria se denomina de acuerdo al diámetro de las raíces, la misma se detalla en la tabla:

Tabla 30: diámetro de raíz

DENOMINACION (grosor)	DIAMETRO (cm)
Delgada	Desde 2.0 hasta 30.0
Media	Mayor de 3.0
Gruesa	Mayor a 4.0

Fuente: (SENAVE , 2014)

De acuerdo a la tabla de clasificación del calibre o grosor de la zanahoria tenemos la siguiente clasificación de nuestros tratamientos:

Tabla 31: clasificación - diámetro

TRATAMIENTOS	DIAMETRO (cm)	DENOMINACION
T4	4,5	Gruesa
T1	4,47	Gruesa
T5	4,07	Gruesa
T2	4,07	Gruesa
T3	4,03	Gruesa
T6	3,63	Media

De acuerdo a la clasificación obtenemos que la mayor parte de todos los tratamientos presentan un calibre grueso uniforme en las zanahorias.

Según (Cuba, 2005), obtuvo diámetros en las raíces de las zanahorias evaluadas que van desde los 3.65 cm siendo el mayor diámetro obtenido y 2.66 cm siendo el diámetro más pequeño. Siendo diámetros de menor tamaño que los tratamientos que evaluamos.

3.5.- Longitud de Raíz en (Cm)

Tabla 32: longitud de raíz

TRATAMIENTOS	REPLICAS			TOTALES	MEDIA
	I	II	III		
T1=V1D1	13.1	13.2	12.7	39	13.00
T2=V1D2	11.8	11	12.9	35.7	11.90
T3=V1D3	12.5	11.3	10.2	34	11.33
T4=V2D1	18.6	17.7	18	54.3	18.10
T5=V2D2	15.4	16.7	16.7	48.8	16.27
T6=V2D3	14.8	14.7	14.4	43.9	14.63
SUMATORIA	86.2	84.6	84.9	255.7	
MEDIA	14.37	14.10	14.15		

De acuerdo a la tabla tenemos que el T4(variedad SV5300DN – densidad 4.86 kg/ha) presento el tamaño más largo en la raíz con 18.10 cm y que el T3(variedad altiplano – densidad 6.08 kg/ha) fue el tratamiento con la menor longitud de raíz.

Tabla 33: de doble entrada, longitud de raíz

FACTORES	D1	D2	D3	TOTAL	MEDIA
V1	39	35.7	34	108.7	12.08
V2	54.3	48.8	43.9	147	16.33
TOTAL	93.3	84.5	77.9	255.7	
MEDIA	15.55	14.08	12.98		

En el cuadro de doble entrada vemos que la variedad V2(SV5300DN) tiene mayor longitud de raíz con 16.33 cm, respecto a la V1(variedad Altiplano) que presenta menor longitud de raíz con solo 12.08 cm. En cuanto a las densidades vemos que hay un incremento en la longitud de raíz cuando es menor la densidad de siembra.

Tabla 34: análisis de varianza (ANOVA) para longitud de raíz

Fuente de variación	grados de libertad	suma de cuadrados	cuadrado medio	f-calculada	f-tabulada	
					5%	1%
Total	17	110.09				
Tratamientos	5	103.85	20.77	34.62***	3.33	5.64
Replicas	2	0.24	0.12	0.20 NS	4.1	7.56
Factor A	1	81.49	81.49	135.85***	4.96	10.04
Factor B	2	19.90	9.95	16.58***	4.1	7.56
Inter. A/B	2	2.46	1.23	2.05 NS	4.1	7.56
Error	10	6.00	0.60			

NS = No es significativo

*= Significativo

*** = Altamente significativo

En el análisis de varianza (ANOVA) para la longitud de raíz, tenemos que, en las fuentes de variación de réplicas o bloques y la interacción entre variedades/densidades no existe diferencias significativas, lo que nos indica que no existe variación.

Viendo en el análisis de varianza (ANOVA) la f-calculada es mayor que la f-tabulada para la variable de longitud de raíz, donde hay diferencias altamente significativas lo que significa que existe variación respecto a las fuentes de variación para los tratamientos, factor A(variedades) y factor B(densidades). Para ver esta variación se realizará una comparación de medias:

PRUEBA DE TUKEY PARA LONGITUD DE RAIZ

$$S_x = \sqrt{\frac{0,60}{3}} = 0,45$$

$$T = q * S_x$$

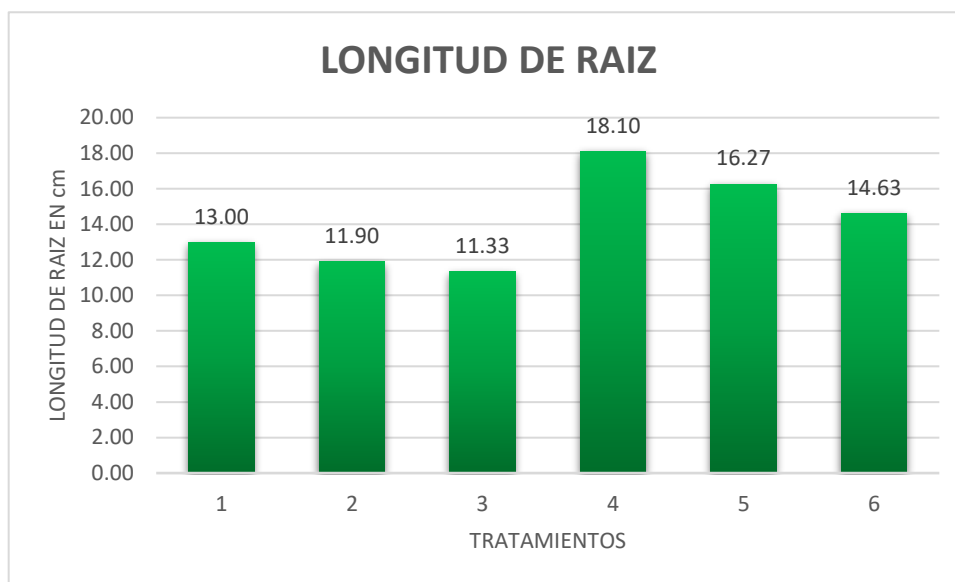
$$T = 3.88 * 0,45 = 1.75$$

Tabla 35: prueba de TUKEY

	T4=18.1	T5=16.27	T6=14.63	T1=13	T2=11.9
T3=11.33	6.77	4.94	3.3	1.67	0.57
T2=11.9	6.2	4.37	2.73	1.1	0
T1=13	5.1	3.27	1.63	0	-1.1
T6=14.63	3.47	1.64	0	-1.63	-2.73
T5=16.27	1.83	0	-1.64	-3.27	-4.37

Tabla 36: Interpretación de TUKEY

TRATAMIENTOS	MEDIAS
T4	18,1 a
T5	16,27 b
T6	14,63 bc
T1	13cd
T2	11,9 cd
T3	11,33 cd

Figura 11: Longitud de raíz

Evidenciamos con la prueba de Tukey que el T4(variedad SV5300DN – densidad 3.65 kg/ha) tiene la longitud más larga respecto a todos los demás tratamientos con 18.10cm.

El T5(variedad SV5300DN – densidad 4.86 kg/ha) no tiene diferencias en la longitud de la raíz con el T6(variedad SV5300DN – densidad 6.08 kg/ha), pero si muestra una mayor longitud de raíz respecto al T1(variedad Altiplano – densidad 3.65 kg/ha), T2(variedad altiplano – densidad 4.86 kg/ha) y T3(variedad altiplano – densidad 6.08 kg/ha).

Los tratamientos T1(variedad Altiplano – densidad 3.65 kg/ha), T2(variedad altiplano – densidad 4.86 kg/ha) y T3(variedad altiplano – densidad 6.08 kg/ha) son los tratamientos que no mostraron diferencias de longitud de raíz entre sí, siendo los tratamientos que mostraron menor la longitud de raíz.

Tabla 37: Prueba e interpretación de Tukey para factor A(variedad)

	V2=16.33	VARIEDAD	MEDIAS
V1=12.08	4.25	V2	16,33 a
		V1	12,08 b

Al haber variación para el factor A(variedad) se realizó la prueba de TUKEY, donde vemos que la variedad V2(SV5300DN) tiene mejor desempeño para obtener zanahorias de mayor tamaño de longitud en la raíz.

Tabla 38: Prueba e interpretación de Tukey para factor B(densidad)

	D1=15.55	D2=14.08	DENSIDAD	MEDIAS
D3=12.98	2.57	1.1	D1	15,55 a
D2=14.08	1.47	0	D2	14,08 ab
			D3	12,98 b

Realizado la prueba de tukey para el factor B(densidades), nos indica que con la densidad D1(3.65 kg/ha) obtenemos mejores longitudes de raíz, respecto a la densidad D3(6.08 kg/ha) que es la densidad que con la que se obtuvo menor longitud de raíz.

A si mismo los resultados de la mejor longitud de raíz que es de 18,10cm obtenido con el T4(variedad SV5300DN – densidad 4.86 kg/ha) del estudio, es superior a la mejor longitud obtenida por (Chillo, Peñafiel, & Aruquipa, 2024) donde en su estudio la mejor longitud de raíz que fue de 15.78cm.

3.6.- Porcentaje De Raíz Respecto Al Total De La Planta (%)

Tabla 39: Porcentaje de raíz respecto al total de la planta (%)

TRATAMIENTOS	REPLICAS			TOTALES	MEDIAS
	I	II	III		
T1=V1D1	67.1	72.3	61.8	201.2	67.1
T2=V1D2	61.4	60.0	65.8	187.3	62.4
T3=V1D3	61.5	61.0	57.5	180.0	60.0
T4=V2D1	79.3	76.3	77.3	232.8	77.6
T5=V2D2	79.5	76.4	74.3	230.3	76.8
T6=V2D3	75.4	73.9	78.8	228.1	76.0
SUMATORIA	424.3	420.0	415.6	1259.8	
MEDIA	70.7	70.0	69.3		

De acuerdo al cuadro de datos vemos que el tratamiento T4(variedad SV5300DN – densidad 3.65 kg/ha) presenta un porcentaje de raíz de 77.65% del total de la planta, teniendo mejor proporción de raíz respecto al follaje del mismo. El T3(variedad altiplano – densidad 6.08 kg/ha) presento una menor proporción de masa de raíz con un 60%.

Tabla 40: de doble entrada, (%) de Raíz

FACTORES	D1	D2	D3	TOTAL	MEDIA
V1	201.2	187.3	180.0	568.6	63.2
V2	232.8	230.3	228.1	691.3	76.8
TOTAL	434.1	417.6	408.2	1259.8	
MEDIA	72.3	69.6	68.0		

En la tabla de doble entrada la variedad V2(SV5300DN) tuvo el 76.8% de la biomasa de la planta presente en la raíz y en la variedad Altiplano el porcentaje de biomasa en la raíz solo fue un 63.2%. De acuerdo en las densidades trabajadas vemos un mejor (%) de raíz respecto al follaje en la densidad D1(3.65 kg/ha).

Tabla 41: análisis de varianza (ANOVA) % de raíz

Fuente de variación	grados de libertad	suma de cuadrados	cuadrado medio	f-calculada	f-tabulada	
					5%	1%
Total	17	1031.83				
Tratamientos	5	917.26	183.45	16.94***	3.33	5.64
Replicas	2	6.26	3.13	0.29 NS	4.1	7.56
Factor A	1	836.21	836.21	77.20***	4.96	10.04
Factor B	2	57.33	28.66	2.65 NS	4.1	7.56
Inter. A/B	2	23.72	11.86	1.10 NS	4.1	7.56
Error	10	108.31	10.83			

NS = No es significativo

*= Significativo

*** = Altamente significativo

De acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) referente al porcentaje de raíz respecto al total de la planta (%):

Teniendo el factor corrección (F-calculada), menor que la F tabulada (Ft), en el cuadro de ANOVA, nos indica que para las fuentes de variación que componen a los bloques o

repeticiones, factor B(densidad) y la interacción de A(variedad)/B(densidad) no presentan diferencia significativa, lo que supone que no hay varianza entre ellos.

En los tratamientos, factor variedad existen diferencias altamente significativas, lo que significa que hay variación entre los tratamientos, factor variedad, interacción A/B por motivo a esta variación se debe realizar la prueba de TUKEY.

PRUEBA DE TUKEY % DE RAIZ

$$Sx = \sqrt{\frac{10.83}{3}} = 1.10$$

$$T = q * Sx$$

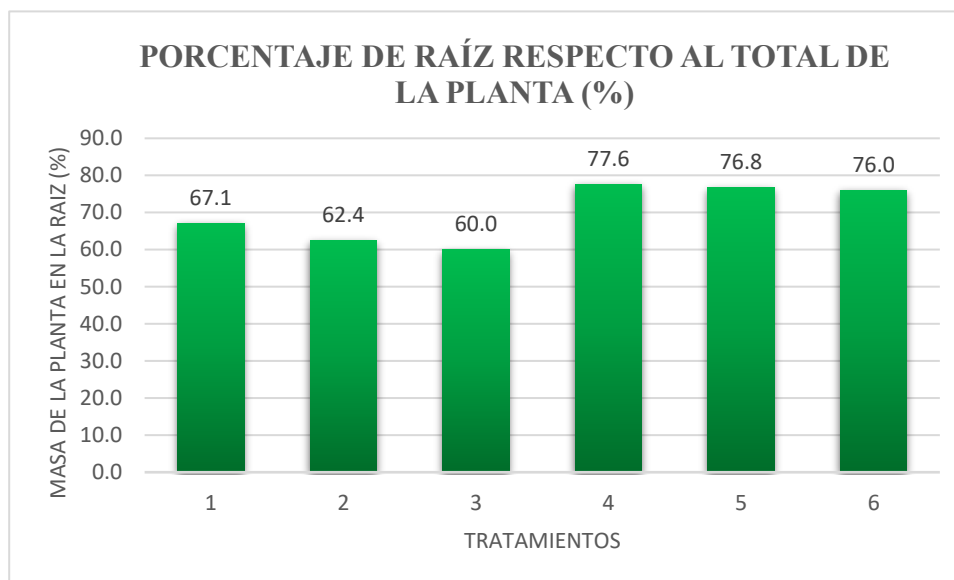
$$T = 3.88 * 1.10 = 7.4$$

Tabla 42: Prueba de Tukey (%) de Raíz

	T4=77.6	T5=76.8	T6=76	T1=67.1	T2=62.4
T3=60	17.6	16.8	16	7.1	2.4
T2=62.4	15.2	14.4	13.6	4.7	0
T1=67.1	10.5	9.7	8.9	0	-4.7
T6=76	1.6	0.8	0	-8.9	-13.6
T5=76.8	0.8	0	-0.8	-9.7	-14.4

Tabla 43: INTERPRETACION DE TUKEY

TRATAMIENTOS	MEDIAS
T4	77.6 a
T5	76.8 a
T6	76 a
T1	67.1 b
T2	62.4 b
T3	60 b

Figura 12: (%) de Raíz

Con la prueba de TUKEY vemos que los tratamientos T4(variedad SV5300DN – densidad 3.65 kg/ha), T5(variedad SV5300DN) y el T6(variedad SV5300DN) tienen la mayor parte del peso en la raíz y no presentan diferencias significativas entre tratamientos, pero muestra diferencias significativas con los tratamientos T1(variedad altiplano – densidad 3.65 kg/ha), T2(variedad altiplano - densidad 4.86 kg/ha) que presentan el menor % de peso en la raíz, que se verá afectado en el rendimiento.

Tabla 44: PRUEBA E INTERPRETACION DE TUKEY

	V2=76.8
V1=63.2	13.6

VARIEDAD	MEDIAS
V2	76.8 a
V1	63.2 b

Con la prueba de TUKEY para el factor A(variedad) tenemos que la variedad V2(SV5300DN) tiene 76.8% en el peso de raíz respecto del total de la planta, siendo significativamente mejor que la V1(variedad Altiplano) que solo presentó el 63.2% de peso presente en la raíz y un 36.8% se fue para la biomasa del follaje, haciendo que esta variedad presente un follaje más pesado respecto a la variedad V2(SV5300DN).

Nuestros resultados de estudio del % de raíz respecto al total de la biomasa de la planta fueron mucho mejores a los obtenidos por (Santacruz Oviedo, Sostoa Alegre, Santacruz Oviedo, Sanabria Verón, & Petrona Ruíz, 2025) que solo obtuvieron el 56.9% de la biomasa total en la raíz.

3.7.- Rendimiento en kilogramos por metro cuadrado(kg/m²)

Tabla 45: Rendimiento kg/m²

TRATAMIENTOS	REPLICAS			TOTALES	MEDIAS
	I	II	III		
T1=V1D1	6.0	7.8	7.5	21.3	7.1
T2=V1D2	7.0	8.0	8.3	23.3	7.8
T3=V1D3	6.0	6.5	6.5	19	6.3
T4=V2D1	9.5	9.3	9.5	28.3	9.4
T5=V2D2	10.0	10.0	10.3	30.3	10.1
T6=V2D3	11.0	9.8	11.0	31.8	10.6
SUMATORIA	49.5	51.4	53.1	154.0	
MEDIA	8.25	8.57	8.85		

Viendo en nuestra tabla de datos tenemos que el mayor rendimiento de raíces comerciales por m² lo tenemos en el T6(variedad SV5300DN – densidad 6.08 kg/ha) con 10.6 kg/m², respecto al T3(variedad Altiplano – densidad 6.08 kg/ha) que solo se obtuvo 6.3 kg/m² de raíces comerciales, siendo rendimiento más bajo respecto a los demás tratamientos.

Tabla 46: de doble entrada, rendimiento kg/m²

FACTORES	D1	D2	D3	TOTAL	MEDIA
V1	21.3	23.3	19.0	63.6	7.1
V2	28.3	30.3	31.8	90.4	10.0
TOTAL	49.6	53.6	50.8	154.0	
MEDIA	8.3	8.9	8.5		

En la tabla de doble entrada de variedades y densidades, vemos un mayor peso de raíces por m² en la variedad V2(SV5300DN) con 10 kg/m², a diferencia de la V1(variedad Altiplano) que presento un rendimiento más bajo con 7.1 kg/m². La densidad que obtuvo mejor rendimiento kg/m² fue la densidad D2(4.86 kg/ha) dándonos un rendimiento de 8.9 kg/m².

Tabla 47: análisis de varianza (ANOVA)rendimiento kg/m²

Fuente de variación	grados de libertad	suma de cuadrados	cuadrado medio	f-calculada	f-tabulada	
					5%	1%
Total	17	49.04				
Tratamientos	5	45.04	9.01	30.86***	3.33	5.64
Replicas	2	1.08	0.54	1.85 NS	4.1	7.56
Factor A	1	39.90	39.90	136.70***	4.96	10.04
Factor B	2	1.40	0.70	2.41 NS	4.1	7.56
Inter. A/B	2	3.74	1.87	6.40***	4.1	7.56
Error	10	2.92	0.29			

NS = No es significativo

*= Significativo

*** = Altamente significativo

En el análisis de varianza (ANOVA) referente al rendimiento en T/ha, de acuerdo a f-calculada y f-tabulada, nos indica que, para las fuentes de variación de las réplicas o bloques, factor B(variedades) no existe diferencias significativas, lo que nos indica que no existe variación.

Al ser mayor la f-calculada que la f-calculada referentes a las fuentes de variación de los tratamientos, factor A(variedad) nos indica que existen diferencias altamente significativas y en la fuente variación entre la interacción de factor A/B existe diferencias significativas solo al 5% de error.

Por la variación que existe se debe realizar una comparación de medias con la prueba de TUKEY

PRUEBA DE TUKEY

$$S_x = \sqrt{\frac{0.29}{3}} = 0,31$$

$$T = q \cdot S_x$$

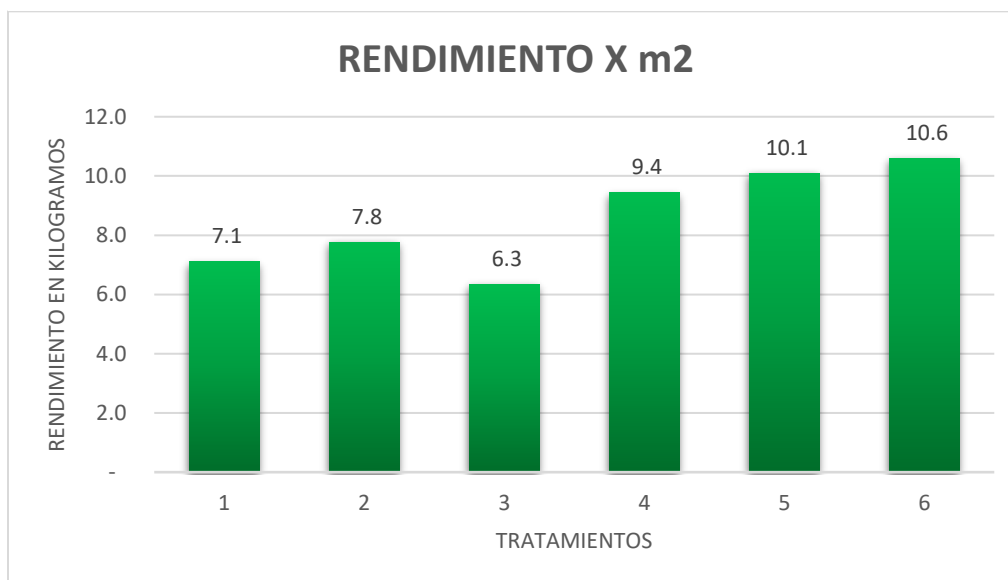
$$T = 3.88 \cdot 0,31 = 1.21$$

Tabla 48: Prueba de Tukey para el rendimiento kg/m²

	T6=10.6	T5=10.1	T4=9.4	T2=7.8	T1=7.1
T3=6.3	4.3	3.8	3.1	1.5	0.8
T1=7.1	3.5	3	2.3	0.7	0
T2=7.8	2.8	2.3	1.6	0	-0.7
T4=9.4	1.2	0.7	0	-1.6	-2.3
T5=10.1	0.5	0	-0.7	-2.3	-3

Tabla 49: interpretación de TUKEY

TRATAMIENTOS	MEDIAS
T6	10.6 a
T5	10.1 a
T4	9.4 a
T2	7.8 b
T1	7.1b
T3	6.3 b

Figura 13: Rendimiento kg/m²

Con la prueba de TUKEY tenemos que los tratamientos T6(variedad SV5300DN – densidad 6.08kg/ha), T5(variedad SV5300DN – densidad 4.86 kg/ha) y el T4(variedad SV5300DN – densidad 3.65 kg/ha) no presentaron diferencias significativas en el rendimiento por m² entre tratamientos, pero si mostraron diferencias de rendimiento por m² con los tratamientos T2(variedad Altiplano – densidad 4.86 kg/ha), T1(variedad altiplano – densidad 4.86 kg/ha) y con el T3(variedad 3.65 kg/ha – densidad 6.08 kg/ha).

Tabla 50: PRUEBA E INTERPRETACION DE TUKEY

	V2=10
V1=7.1	2.9

VARIEDAD	MEDIAS
V2	10.0
V1	7.1

Realizada la prueba para el factor A(variedades) nos indica que la variedad V2(SV5300DN) presenta un rendimiento por m² mucho más alto que la variedad Altiplano.

3.8.- Rendimiento en Tonelada/Hectárea

Tabla 51: Rendimiento T/ha

TRATAMIENTOS	REPLICAS			TOTALES	MEDIAS
	I	II	III		
T1=V1D1	60	77.5	75	212.5	70.8
T2=V1D2	70	80	82.5	232.5	77.5
T3=V1D3	60	65	65	190	63.3
T4=V2D1	95	92.5	95	282.5	94.2
T5=V2D2	110	100	102.5	312.5	104.2
T6=V2D3	110	97.5	110	317.5	105.8
SUMATORIA	505	512.5	530	1547.5	
MEDIA	84.17	85.42	88.33		

Viendo en nuestra tabla de datos tenemos que el mayor rendimiento de zanahorias en T/ha tenemos en el T6(variedad SV5300DN – densidad 6.08 kg/ha) con 105.8 T/ha, respecto al T3(variedad Altiplano – densidad 6.08 kg/ha) que solo se obtuvo 63.3 T/ha, siendo rendimiento más bajo respecto a los demás tratamientos.

Tabla 52: de doble entrada variedades y densidades, rendimiento T/ha

FACTORES	D1	D2	D3	TOTAL	MEDIA
V1	212.5	232.5	190	635	70.56
V2	282.5	312.5	317.5	912.5	101.39
TOTAL	495	545	507.5	1547.5	
MEDIA	82.50	90.83	84.58		

En la tabla de doble entrada de variedades y densidades, vemos un mayor rendimiento por T/ha en la V2(variedad SV5300DN) con 101.39 T/ha, a diferencia de la V1(variedad Altiplano) que presento un rendimiento con tan solo 70.56 T/ha. Respecto a las densidades la mejor densidad fue la densidad D2(4.86 kg/ha) con 90.83 T/ha.

Tabla 53: Análisis de Varianza (ANOVA), rendimiento T/ha

Fuente de variación	grados de libertad	suma de cuadrados	cuadrado medio	f-calculada	f-tabulada	
					5%	1%
Total	17	5264.24				
Tratamientos	5	4818.40	963.68	24.65***	3.33	5.64
Replicas	2	54.86	27.43	0.70 NS	4.1	7.56
Factor A	1	4278.13	4278.13	109.42***	4.96	10.04
Factor B	2	225.69	112.85	2.89 NS	4.1	7.56
Inter. A/B	2	314.58	157.29	4.02 NS	4.1	7.56
Error	10	390.97	39.10			

NS = No es significativo

*= Significativo

*** = Altamente significativo

En el análisis de varianza (ANOVA) referente al rendimiento por m², de acuerdo a f-calculada y f-tabulada, nos indica que para las fuentes de variación de las réplicas o bloques no existe diferencias significativas, lo que nos indica no que existe variación entre ellos.

Al ser mayor la f-calculada que la f-tabulada para las fuentes de variación de los tratamientos, factor A(variedad) nos indica que existen diferencias altamente significativas y en la fuente variación entre la interacción de factor A/B existe diferencias significativas solo al 5% de error.

Por la variación que existe se debe realizar una comparación de medias con la prueba de TUKEY:

PRUEBA DE TUKEY

$$S_x = \sqrt{\frac{39.10}{3}} = 3.61$$

$$T = q * S_x$$

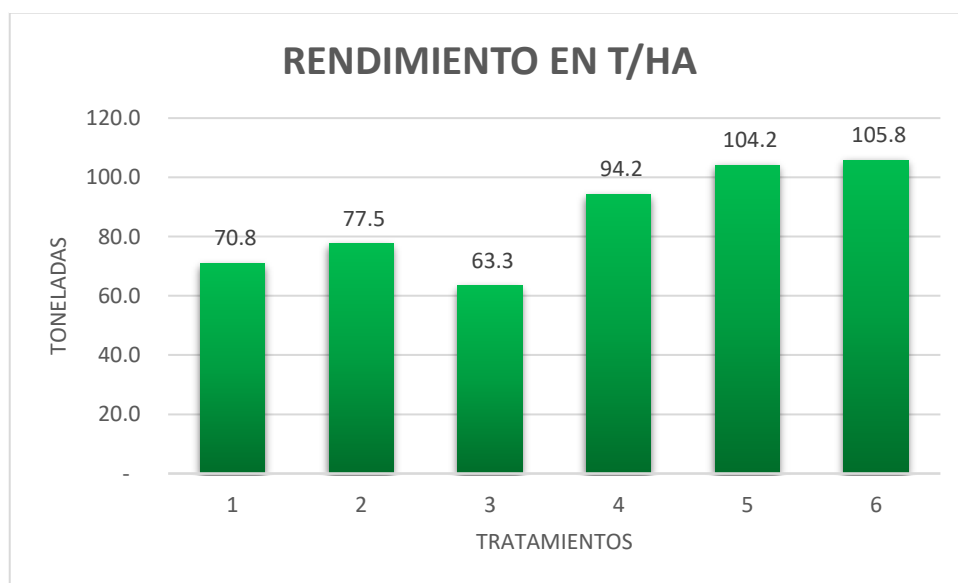
$$T = 3.88 * 3.61 = 14.0$$

Tabla 54: Prueba de Tukey para rendimiento T/ha

	T6=105.8	T5=104.2	T4=94.2	T2=77.5	T1=70.8
T3=63.3	42.5	40.9	30.9	14.2	7.5
T1=70.8	35.0	33.4	23.4	6.7	0.0
T2=77.5	28.3	26.7	16.7	0.0	-6.7
T4=94.2	11.6	10.0	0.0	-16.7	-23.4
T5=104.2	1.6	0.0	-10.0	-26.7	-33.4

Tabla 55: Interpretación de Tukey

TRATAMIENTOS	MEDIAS
T6	105.8a
T5	104.2a
T4	94.2a
T2	77.5b
T1	70.8b
T3	63.3b

Figura 14: Rendimiento T/ha

De acuerdo a la prueba de TUKEY los tratamientos con mejor rendimiento en T/ha fueron el T6(variedad SV5300DN – densidad 6.08kg/ha), T5(variedad SV5300DN – densidad 4.86 kg/ha) y el T4(variedad SV5300DN – densidad 3.65 kg/ha) no presentaron diferencias significativas en el rendimiento entre tratamientos, pero si mostraron diferencias de rendimiento de T/ha con los tratamientos T2(variedad Altiplano – densidad 4.86 kg/ha), T1(variedad altiplano – densidad 4.86 kg/ha) y con el T3(variedad 3.65 kg/ha – densidad 6.08 kg/ha).

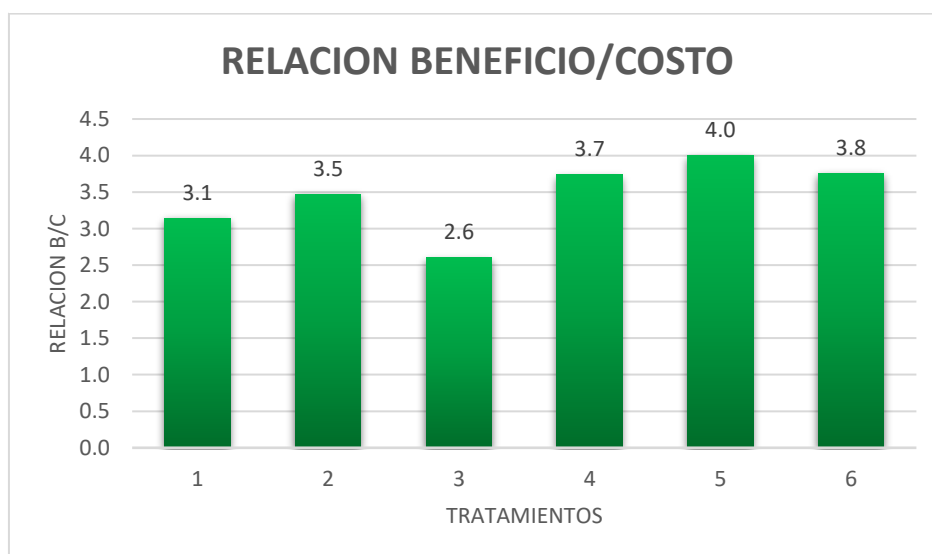
Según (Apaza, 2011) Obtuvo rendimientos de 40 T/ha en cuanto a raíces comerciales en los valles y en el Altiplano obtuvo 43.3 T/ha de raíces comerciales, siendo valores de rendimiento menores a los de nuestro estudio.

3.9.- Análisis Económico

Tabla 56: Análisis económico

Tratamientos	costo de producción	rendimiento T/ha	quintales	precio(bs)	Ingreso bruto	ingreso neto	B/C
T1=V1D1	18573	70.8	1539.1	50.0	76956.5	58383.5	3.1
T2=V1D2	18839.2	77.5	1684.8	50.0	84239.1	65399.9	3.5
T3=V1D3	19107.6	63.3	1376.1	50.0	68804.3	49696.7	2.6
T4=V2D1	21620.8	94.2	2047.8	50.0	102391.3	80770.5	3.7
T5=V2D2	22647.3	104.2	2265.2	50.0	113260.9	90613.6	4.0
T6=V2D3	24184.4	105.8	2300.0	50.0	115000.0	90815.6	3.8

Figura 15: Relación B/C



$B/C = < 1$ No rentable

$B/C = 1$ Hay equilibrio

con $B/C = > 1$ hay ganancia

De acuerdo al análisis beneficio costo se tiene que:

El mejor beneficio costo de todos los tratamientos lo encontraremos con el T5(variedad SV5300DN – densidad 4.86 kg/ha) con un retorno económico de 4.0 veces la inversión y decimos que la proyección del cultivo de zanahoria es altamente rentable y financieramente atractivo. El retorno económico más bajo encontramos en el T3(variedad altiplano - densidad 6.08 kg/ha) con un retorno económico de 2.6 veces la inversión. Aunque ambos tratamientos son rentables el tratamiento T5(variedad SV5300DN – densidad 4.86 kg/ha) nos ofrece un retorno por unidad de inversión significativamente mayor.

CAPITULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.- CONCLUSIONES

Teniendo los resultados de la investigación y de acuerdo a los objetivos definidos concluimos:

- La variedad SV5300DN (semilla híbrida importada) presento un rendimiento de 101.39 T/ha lo que fue significativamente superior en comparación con la variedad Altiplano (semilla certificada nacional) donde obtuvo un rendimiento de 70.56 T/ha siendo un rendimiento menor al híbrido. Este comportamiento se reflejó en el peso de la raíz, en la mayor longitud de raíz y en la mayor formación de estructuras comerciales (la raíz). Por lo tanto, la Variedad SV5300DN (semilla híbrida importada) demostró mayor potencial productivo bajo las condiciones agroclimáticas de la comunidad de Carrizal, Municipio El Puente-Tarija.
- Las densidades mostraron diferencias en el comportamiento productivo del cultivo. De acuerdo a una comparación de las tres densidades de siembra D1(3.65 kg/ha), D2(4.86 kg/ha), D3(densidad 6.08 kg/ha) utilizadas en el estudio para la variedad SV5300DN y la variedad Altiplano, respecto a todas las variables de respuesta evaluadas tenemos un mejor desempeño de la zanahoria en la densidad D1(densidad 3.65kg/ha), lo cual se identificó como la densidad más eficiente para maximizar el rendimiento comercial del cultivo de zanahoria en el entorno estudiado.
- La evaluación de la relación entre las variedades de zanahoria y las densidades de siembra demostró que el desempeño a las variables de respuestas evaluadas, está influenciado por la forma en que cada variedad responde a las distintas densidades de siembra. La variedad SV5300DN mantuvo rendimientos superiores y consistentes en todas las densidades de siembra D1(3.65 kg/ha), D2(4.86 kg/ha), D3(densidad 6.08 kg/ha), lo que nos indica una mejor adaptación a condiciones de mayor competencia y eficiencia en el aprovechamiento de recursos. En cambio, la variedad Altiplano mostro una reducción del rendimiento respectos a todas las variables de respuesta evaluadas, conforme aumento la densidad de siembra, indicando que su desempeño depende mucho del espaciamiento que tendrán las

zanahorias para expresar mejor su potencial productivo. Por tanto, la combinación adecuada de variedad y densidad constituye un criterio técnico esencial para maximizar el rendimiento en las condiciones productivas de la comunidad de Carrizal.

- De acuerdo al análisis económico sobre la relación Beneficio/Costo, nos demuestra que el uso de la variedad SV5300DN con una densidad de siembra de 4.86 kg/ha demostró un mejor retorno económico de 4.0, además de obtener el mayor rendimiento y ser una alternativa económicamente viable para el productor. Aunque la variedad Altiplano presento menores costos en semilla y a pesar de tener retornos económicos viables de 3.5 en la densidad 4.86 kg/ha no alcanzo para ser una alternativa más rentable que la variedad SV5300DN.

La evaluación del rendimiento de la variedad Altiplano y SV5300DN bajo tres densidades de siembra, permitió identificar que la variedad SV5300DN con la densidad 3.65kg/ha demostró un mejor rendimiento de acuerdo a todas las variables de respuesta del estudio. Pero si solo nos centramos en la variable de rendimiento y el análisis económico, tendremos que la variedad SV5300DN con la densidad de siembra 4.86 kg/ha es más eficiente y rentable para los sistemas productivos de la comunidad de Carrizal.

4.2.-RECOMENDACIONES

- Se recomienda la variedad híbrida SV5300DN para sistemas productivos de la localidad de Carrizal, debido a que mostró mayor rendimiento, mejores atributos de raíz, susceptibilidad a enfermedades y superior rentabilidad frente a la variedad Altiplano. Su uniformidad de raíz en diferentes densidades de siembra la convierte en una alternativa confiable para productores que buscan maximizar rendimiento por superficie.
- Se sugiere utilizar la densidad D1(3.65 kg/ha) para las variedades ya que permitió lograr un adecuado equilibrio a todas variables de respuestas evaluadas y poder obtener una distribución más homogénea de raíces que son de mayor preferencia en el mercado.

- No se recomienda utilizar densidades altas de siembra para evitar la competencia de nutrientes/agua que tienen las plantas entre sí, la poca ventilación y por ende la presencia de enfermedades en el cultivo.