

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



T E S I S

**“DETERMINACION DE LA LAMINA DE RIEGO EN EL RENDIMIENTO DE
ZANAHORIA (*Daucus carota*) EN HUAMBOCANCHA BAJA -
CAJAMARCA”**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRONOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

GOMER VARGAS CUEVA

ASESOR:

Ing. JOSÉ LIZANDRO SILVA MEGO


CAJAMARCA – PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
GOMER VARGAS CUEVA.
DNI: 26682535
Escuela Profesional/Unidad UNC:
AGRONOMIA
2. Asesor:
Ing. JOSÉ LIZANDRO SILVA MEGO
Facultad/Unidad UNC:
DE CIENCIAS AGRARIAS
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
DETERMINACIÓN DE LA LÁMINA DE RIEGO EN EL RENDIMIENTO DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.) EN HUAMBOCANCHA BAJA – CAJAMARCA.
Fecha de evaluación: 27/11/2024
6. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
7. Porcentaje de Informe de Similitud: 12%
8. Código Documento:
9. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 27/11/2024

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 <hr/> Ing. José Lizandro Silva Mego DNI: 26705775

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica




ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los quince días del mes de octubre del año dos mil veinticuatro, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según Resolución de Consejo de Facultad N° 444-2024-FCA-UNC, de fecha 16 de setiembre del 2024, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: "DETERMINACIÓN DE LA LÁMINA DE RIEGO EN EL RENDIMIENTO DE ZANAHORIA (*Daucus carota*) EN HUAMBOCANCHA BAJA - CAJAMARCA", realizada por el Bachiller GOMER VARGAS CUEVA para optar el Título Profesional de INGENIERO AGRÓNOMO.

A las once horas y cero minutos, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de INGENIERO AGRÓNOMO.

A las doce horas y treinta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.


Dr. Víctor Vasquez Arce
PRESIDENTE


Ing. Mg. Sc. Jhon Anthony Vergara Copacandori
SECRETARIO


MBA Ing. Santiago Demetrio Medina Miranda
VOCAL


Ing. José Lizandro Silva Meگو
ASESOR

DEDICATORIA

A la memoria de Hanss Johannes, Mario Jesús y Domitila; quienes durante el tiempo que estuvieron conmigo siempre fueron una fuerza para la superación profesional de vocación y servicio a los demás.

Este sencillo trabajo de investigación; la dedico a mis seres queridos, Milton Cesar, Ernesto Mijkaell, Hugo Rafael, Mikhaela Nadyenka y Khamila Yalenchka; amigos familiares por su constante motivación y a quienes tengan el interés de buscar el uso eficiente del agua en el desarrollo agrícola sostenible; quienes me comprendieron para concluir este trabajo.

AGRADECIMIENTO

Mi eterno agradecimiento a Cristo Redentor; por guiarme y cuidarme en todo momento de mi vida; a mi querida y amada madre Celestina; por su constante motivación; de igual manera a mis maestros universitarios que permitieron formarme dentro de la ética y calidad profesional.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

INDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS

INDICE DE GRAFICOS

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE ANEXOS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPITULO I: INTRODUCCION	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo General	2
1.2.2. Objetivos Específicos	2
CAPITULO II: REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Bases teóricas	4
CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS	13
3.1 Ubicación	13
3.2 Materiales	14
3.2.1 Material biológico.	14
3.2.2 Material de campo	14
3.2.3 Material y equipo de gabinete	14
3.3 Metodología	15

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. Rendimiento de zanahoria	40
4.2. Altura promedio de plantas de zanahoria	48
4.3. Longitud promedio de raíces de zanahoria	50
4.4. Diámetro superior promedio de raíces de zanahoria	54
CAPITULO V: CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	58
5.1 Conclusiones	58
5.2 Recomendaciones	58
CAPITULOVI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	59
ANEXOS:	61

INDICE DE TABLAS

Tabla	Titulo	Pagina
1	Taxonomía de zanahoria (<i>Daucus carota L.</i>)	5
2	Valor nutricional de zanahoria (<i>Daucus carota L.</i>)	8
3	Lámina de riego y volumen aplicado a los tratamientos	17
4	Registro de las características agronómicas de producción	19
5	Rendimientos del cultivo de zanahoria en campo	24
6	Rendimiento de zanahoria (<i>Daucus carota L.</i>)	39
7	Rendimiento promedio de zanahoria por Tratamientos y bloques	41
8	Anva para rendimiento de zanahoria	42
9	Análisis Duncan para rendimiento de zanahoria	45
10	Comparación de promedios de Rendimiento	45
11	Altura promedio de plantas de zanahoria	47
12	Anva para altura promedio de plantas de zanahoria	48
13	Longitud promedio de raíces	50
14	Anva para longitud de raíces	51
15	Diámetro superior promedio de raíces	53
16	Anva para diámetro de raíces	54
17	Producción de zanahoria por lamina de riego	56
18	Coeficiente Kc y % de Crecimiento del cultivo	60
19	Profundidad de raíces de los cultivos	61
20	Necesidades Hídricas de agua de los cultivos	62

INDICE DE FIGURAS

Figura	Titulo	Pagina
1	Representación de lámina de riego	12
2	Imagen del área experimental	13
3	Diseño experimental	15
4	Corte de la parcela y del surco	28
5	Porcentaje de crecimiento y uso consuntivo según Hargreaves	34
6	Cosecha y pesado de raíces	40
7	Rendimiento del cultivo de zanahoria	43
8	Medición de altura de plantas	47
9	Altura promedio de plantas	49
10	Medición de longitud de raíces	50
11	Longitud promedio de raíces	52
12	Medición de los diámetros de raíces	53
13	Diámetro promedio de raíces	55

INDICE DE ANEXOS

Anexo	Titulo	Pagina
1	Datos bibliográficos de Ingeniería Agrícola	61
2	Análisis físico – químico del suelo del área experimental	64
3	Panel fotográfico	68

RESUMEN

El predio donde se realizó el trabajo de investigación; fue en la localidad de Huambocancha Baja, distrito, provincia y región Cajamarca; al norte de la ciudad de Cajamarca; a 3.20 Km de la vía Cajamarca – Bambamarca.

La experimentación se inicia con la instalación del cultivo de zanahoria; para lo cual se procedió a preparar el terreno; seguidamente se realizó el sembrío en un área total de 229.08 m²; dividido en tres bloques de 59.76m² cada uno espaciados de 1.0 m y estos a su vez sub- divididos en parcelas con 5 tratamientos cada uno espaciados a 0.60m; alcanzando un área neta de 10.8 m² por cada tratamiento; en cada uno de ellos con 4 surcos de 0.60m de distanciamiento y con 2 hileras; obteniendo 90 plantas en promedio.

La cosecha se realizó el 8 de diciembre de 2023 haciendo 97 días de periodo vegetativo.

La aplicación de tratamientos consistió en láminas de riego de 10,15,20, 25 y 30 mm; realizando 3 repeticiones por cada tratamiento aplicado; obteniendo como resultado un rendimiento máximo de 28.94 kilogramos por parcela o 26.79 toneladas por hectárea aplicando una lámina de riego de 25 mm. Haciendo un total de agua consumida por campaña de 490.00mm ha⁻¹(4900m³ ha⁻¹ / campaña). De las evaluaciones realizadas en los 5 tratamientos considerados, el tratamiento T₄ de 25mm de lámina de riego fue el que dio mejores resultados.

Evidenciándose diferenciación estadística entre tratamientos con un “F” calculado de 7.69 %; no así entre bloques cuyo “F calculado fue de 0.20. Respecto a las características agronómicas del cultivo de zanahoria como: altura de planta, longitud de raíz y diámetro mayor de raíz; no tienen influencia en el rendimiento al menos demostrado estadísticamente.

Palabras clave: Lamina de riego, volumen de agua.

ABSTRACT

The property where the research work was carried out; It is located in the town of Huambocancha Baja, Cajamarca district, province and region; north of the city of Cajamarca; a tan in just 10 minutes on the go.

The property is characterized by having a gentle slope; with a relatively high organic matter content; of regular depth; whose climatological conditions are benign since they constitute an inter-Andean valley of colluvian-alluvial origin; with frank type texture.

The experimentation begins with the installation of the carrot crop; for which we proceed to prepare it; then plant it with a total area of 229.08 m²; divided into three blocks of 59.76m² spaces of 1.0 m; and these in turn subdivided into 5 treatments each spaced at 0.60m; reaching a net area of 10.8 m² for each treatment; in which there are 4 furrows of 0.60m spacing with 2 rows; obtaining 90 plants on average

Work begins at the end of August; after germination; frequent and light application of water during the 50 days; follower of crop management; to immediately apply the treatments until the harvest that takes place on december 8; that is, 97 days of vegetative period.

The application of treatments consisted of irrigation sheets of 10,15,20, 25 and 30 mm; performing 3 repetitions for each treatment applied; resulting in a maximum yield of 26.79 tons per hectare by applying a 25 mm irrigation sheet. Making a total of water consumed per campaign of 493.00mm/Ha. No use of fertilization, sanitary control; that is, in absolutely natural conditions.

Statistically, there is statistical differentiation between treatments with a calculated “F” of 7.69%; regarding the characteristics of the plants such as: plant height, root length, upper root diameter and largest root diameter; They have no influence on the final

performance, at least statistically demonstrated. However, the Duncan test shows significance between T4 and T1.

Keywords: *Irrigación sheet, volume of water.*

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la producción de alimentos agrícolas; bajo las condiciones climáticas del valle de Cajamarca se presentan algunas limitaciones hídricas para el riego; cuyos volúmenes no son suficientes sobre todo en la época de estiaje. El presente trabajo de investigación teniendo en cuenta el valor nutritivo del cultivo de zanahoria y su amplia demanda en el mercado local, regional y nacional; se ha creído conveniente probar diferentes dosis de riego y evaluar el rendimiento correspondiente; mediante análisis estadísticos para los fines pertinentes.

Por las razones expuestas; el presente trabajo de investigación intitulado Determinación de la lámina de riego en el rendimiento de zanahoria (*Daucus carota* L.) en la localidad de Huambocancha Baja; distrito de Cajamarca; cuyos resultados nos permitieron obtener algunas conclusiones valederas.

Actualmente el cultivo de hortalizas y de manera específica la zanahoria se ha convertido en uno de los principales alimentos de consumo masivo para la humanidad ; debido a que no solamente se utiliza de manera directa; sino también en la industria ; sin embargo su producción se ve muy dificultada por muchos factores entre ellos el agua; razón por la cual existe la necesidad de investigar o determinar cuál es la cantidad optima de agua para una máxima producción de este cultivo; teniendo en consideración las condiciones naturales de fertilidad del suelo y textura franco; en el valle de la localidad de Huambocancha Baja -Cajamarca.

El trabajo de investigación consistió en determinar la lámina de riego óptimo para lograr el máximo rendimiento en el cultivo de zanahoria ; utilizando 5 tratamientos estos son ;tratamiento 1; con 10mm;tratamiento 2 con 15mm;tratamiento 3 con

20mm;tratamiento 4 con 25mm y tratamiento 5 con 30mm de lámina de riego. ;
dispuesto en tres bloques; considerando un total de 15 unidades objeto de observación
con un área de 2.4m*4.5m constituidos en 4 surcos de 0.60m de ancho considerando 2
hileras por surco espaciados en 10cm en cada unidad de observación.

1.1 Objetivos

1.1.1 *Objetivo General*

Determinación de la lámina de riego en el rendimiento del cultivo de zanahoria
(*Daucus carota L*), ubicada en la localidad de Huambocancha Baja; distrito de
Cajamarca; provincia y región Cajamarca.

1.1.2 *Objetivos Específicos*

Determinación de la lámina de riego en el rendimiento del Zanahoria.

Determinación de la producción de zanahoria por hectárea según lamina.

Dimensionamiento de las características agronómicas como altura de planta,
longitud de raíz y diámetro superior de raíz.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Tapia (2021). En su tesis: “Respuesta del cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.) a diferentes láminas de riego en el valle Cajamarca” menciona que evaluando 5 tratamientos de láminas de riego 14,22, 30,38 y 46mm. El incremento de la dosis de lámina de riego permite mejorar de manera gradual los rendimientos de zanahoria; obteniéndose el mayor resultado 40.7 t ha⁻¹ y el menor resultado 13.7 t ha⁻¹.

Cotto (2020). En su tesis: “Evaluación de cuatro láminas de riego sobre el rendimiento del cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.) en la zona de Babahoyo”. Menciona en su investigación; con características de temperatura 25.5C° en promedio anual; humedad relativa de 76° , 1006.1 horas de heliofanía; utilizando 4 tratamientos de láminas de riego de 600mm, 700mm,800mm y 1000 mm; pudo determinar que el mayor porcentaje de prendimiento se presentó con 800.0 mm; con 700 mm alcanzó la mayor altura de planta desde los 45 días hasta la cosecha; con la misma lámina (700mm) se alcanzó la mejor longitud de raíces y diámetro del hombro de la raíz ; el mayor peso de raíces se reportó con una lámina de 1000mm y el mayor rendimiento así como el mayor beneficio se alcanzó con una lámina de 800.0mm.

Alanoca (2005). En su tesis: “Producción de zanahoria (*Daucus carota* L.). Bajo riego con cintas de aspersión con tres niveles de humedad y dos niveles de fertilización.” Menciona que aplicando láminas de 16mm, 27mm y 33mm; niveles de fertilización 150-97-00 y 150-102-00; concluye; que de acuerdo a las condiciones climáticas; el número de

riegos por Ha para el primer nivel(16mm) se aplicó 27 riegos; para segundo nivel (27mm) se aplicó 15 riegos y para el tercer nivel (33mm) se aplicó 12 riegos; obteniendo un mayor rendimiento de 80.41 t ha⁻¹ con una fertilización química aplicada de 150-102-00.

Guamán (1993). En su tesis: “Determinación de la lámina de riego para cultivos de col, cebolla y zanahoria en condiciones de producción”. Mencionan en su investigación que la lámina de riego para zanahoria fue de 350mm en una localidad y de 500mm en otra localidad.

Patiño (1987.) En su tesis: “Determinación de la lámina y periodo óptimo de riego en zanahoria (*Daucus carota* L) en la localidad de Macaji”. Menciona que el mejor tratamiento es el de la lámina de riego liviana determinando un promedio de 626m³ t ha⁻¹.

2.2. Bases teóricas

Tinoco (2020). Define la taxonomía de la planta de zanahoria de la siguiente manera.

Tabla 1

*Taxonomía de **Daucus carota L.***

Parámetro	Característica
Reyno.	Vegetal.
Clase.	Angiospermae.
Sub - Clase.	Dicotyledoneae.
Orden.	Umbelliflorae.
Familia.	Umbelliferae.
Genero.	Daucus.
Especie.	D.carota L.
Nombre Científico.	Daucus carota L.
Nombre Común.	Zanahoria.

Fuente: Chamorro (2017).

Chantal de Rosamel (2019), en su libro “las zanahorias”. Manifiesta que esta raíz salvaje comestible es originaria de Europa; pero también existe en el Asia Menor (Siria y Afganistán).

Labores culturales. Entre las principales tenemos:

El deshierbo; es una actividad muy importante, tanto más cuando va creciendo; pudiendo utilizarse herbicidas específicos para zanahorias; necesitando aire, luz y agua.

Siembra. La densidad de siembra para este cultivo; la autora recomienda en surcos de poca profundidad espaciados entre plantas de 0.10m * 0.20 a 0.30m; a una profundidad de 0.03 a 0.05m; una vez que las plantas tengan algunas hojas se procede al desahije para lograr raíces deseadas.

Carlos (2022) en su libro “Fitosanidad del cultivo de Zanahoria. 1ª edición 2022.

Menciona que la especie ***Daucus carota L.*** Variedad Chantenay real; la raíz es de color anaranjado brillante de buena productividad de corona ancha; con diámetro de 5 a 6 cm tipo cónico corto.

Enfermedades:

Fitoplasmosis. Causado por *Candidatus phytoplasma pruni*; cuyo síntoma consiste en el enrojecimiento, amarilleo o clorosis produciendo baja tasa de crecimiento, proliferación de raíces adventicias; deformación, reducción de tamaño de raíces; transmitida por insectos vectores de la orden hemíptera se controla mediante la remoción de plantas infectadas y erradicación de malezas.

Complejo de virus carrot Motley. Causado por *Polerovirus* y *Umbravirus*; causando achaparramiento, amarilleo, moretones, roseta; transmitido por el pulgón *Caveriella aegopodii*; se controla mediante la erradicación de malezas y plantas infectadas.

Plagas:

Mosca de la zanahoria. Causada por la *Psila rosae*; los daños son ocasionados por las larvas; causando galerías sinuosas de manera irregular.

Áfidos o pulgones. Causado por *Myzus sp* y *Aphis sp*; los daños consisten en la picadura de ninfas a la epidermis provocando abarquillamientos en las hojas.

Gusano cortador. Causado por *Agrotis ipsilon*; los daños son causado por las larvas; cortando los tallos de las plantas.

Gabriel (...) En su libro “Zanahoria”. Menciona. El cultivo de zanahoria prospera muy bien en suelos francos y arenosos debido a que permiten un buen desarrollo de la raíz; facilitan la cosecha y produce raíces sin deformaciones; su siembra es directa; Las semillas contenidas en un rango de 0.9- a 2 gramos alcanzan 1000 semillas; usando de 2.5- 4 Kg ha⁻¹.

Consumo de nutrientes (Kg ha⁻¹).

Nitrógeno: 213.0

Fosforo: 50.3

Potasio: 273.0

Calcio: 150.0

Magnesio: 1.4

Consumo de micronutrientes (gr ha⁻¹).

Boro: 260.3

Cobre: 72.5

Manganeso: 529.0

Zinc: 760.9

El consumo de nutrientes por la planta de zanahoria (%).

Nitrógeno: 60.55

Fosforo: 86.15

Potasio: 58.0

Calcio: 25.5

Magnesio: 55.6

Azufre: 65.5

Riego.

La zanahoria es un cultivo que requiere tener agua disponible durante todo su periodo vegetativo; pero es muy poco tolerante al anegamiento; durante la emergencia los riegos deben ser cortos y seguidos. Durante la elongación de raíz es necesario disminuir la frecuencia de riego. Durante el engrosamiento se debe aumentar el volumen de agua el cultivo estable un rango de consumo de agua por campaña de 6000 a 9000 m³ ha⁻¹ considerando un consumo de 3 a 6mm/día.

Rendimiento en promedio según territorios (t ha⁻¹)

FAO: 37.3

Oceanía: 48.6

EE. UU:	47.3
Asia:	42.8
Sud América:	23.5

Tabla 2

*Valor nutricional **Daucus carota L.**; en 100g de materia seca fresca.*

Mineral / Vitamina	Unidad mg	cantidad
Calcio	mg	27.24
Fierro	mg	0.47
Yodo	mg	6.53
Magnesio	mg	11.24
Zinc	mg	0.28
Selenio	ug	1.3
Sodio	mg	61.0
Potasio	mg	321.0
Fosforo	mg	19.0
B1 tiamina	mg	0.06
B2 riboflavina	mg	0.05
B6 piridoxina	mg	0.14
Ácido fólico	ug	13.93
C ácido ascórbico	mg	6.48
Beta carotenos	ug	8731.0
A retinol	ug	1455.17

Valor nutraceútico

Los principales aportes de la zanahoria desde el punto de vista nutraceútico son los flavonoides del tipo Quercetina con 0.07 mg ; los carotenoides alfa y beta carotenos con 10.65 ug y 18.25 ug respectivamente; los carotenos son sustancias que al ser digeridas son transformadas en vitamina A ; la vitamina A es esencial para el correcto funcionamiento de la visión especialmente la nocturna , pero además es muy importante

en la mantención del sistema inmune , mejora la calidad de la piel ,protege contra los rayos ultravioleta ayuda a prevenir enfermedades cancerígenas , cardiovasculares, puede ser usado para el tratamiento de la presión arterial alta; para el tratamiento del colesterol si se consumen en estado fresco.

Ana Cecilia Arias Jiménez, (2001), en su libro “Suelos tropicales”, primera edición San José Costa Rica.

Suelo. Es un material no consolidado que está en constante cambio de origen variable que sirve de nexo entre lo inorgánico (minerales provenientes de la descomposición de la roca) y lo orgánico (material vegetal y animal) que forman un ecosistema semi renovable. El suelo es un transformador que recibe energía solar la transforma, la transmite por lo que se produce meteorización, evapotranspiración, enfriamiento y calentamiento, reacciones orgánicas y esas acciones dan lugar a la existencia de micro y macroorganismos.

Benites (...). El suelo es un sistema heterogéneo compuesto por elementos solidos (minerales y orgánicos) y espacios vacíos; ambos se encuentran en proporciones diferentes que le dan características especiales. El vacío que vendría a ser el espacio existente entre las partículas del suelo (poros) es el lugar de almacenamiento del agua; el que normalmente es compartido por el aire.

Poma (2008). Define los siguientes términos:

Capacidad de Campo. Es el contenido de humedad del suelo en el campo y después que el movimiento descendente del agua prácticamente ha cesado.

En la práctica se considera que un suelo profundo sin una napa freática ha alcanzado su CC, dos o tres días después de haber sido irrigado.

Marchitez Permanente (PMP). Es el contenido de humedad del suelo debajo del cual las plantas se marchitan permanentemente.

Agua Aprovechable o Capacidad de Retención del Suelo.

Es la diferencia entre el porcentaje de humedad a capacidad de campo y el punto de marchitez permanente. Y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\mathbf{Ha = CC - PMP}$$

Donde:

Ha = agua aprovechable

CC = Capacidad de campo

PMP = Punto de marchitez permanente.

Textura. Son las porciones relativas de arena, arcilla y limo menores de 2mm de diámetro, que se encuentran en una masa de suelo.

Clases texturales. Se refiere a los nombres que reciben los suelos basados en porcentajes de arena arcilla y limo.

Suelos arenosos o ligeros. Son suelos de textura gruesa y sus clases texturales son: Arena franca y franco arenoso.

Suelos francos. Son suelos de textura media y sus clases texturales son: Franco, Franco limoso, limoso, franco arcillo limoso y Franco arcillo arenoso.

Suelos arcillosos o pesados. Son suelos de textura fina y sus clases texturales son las siguientes: Franco arcilloso, Arcillo limoso, arcillo arenoso y arcillosos.

Villon (2005). Define las siguientes propiedades del suelo relacionadas al drenaje del agua.

Porosidad (n). Es el volumen total de poros del suelo y su cálculo lo define mediante la siguiente formula:

$$n = 100(1 - D_{ap}/D_r)$$

Donde:

n = Porosidad (%).

D_{ap} = Densidad aparente (gr/cm³).

D_r = Densidad real (gr/cm³).

Densidad Aparente. Representa la relación que existe entre el peso del suelo seco o peso sólido y el volumen total de una muestra no disturbada cuyos valores se expresan en (gr/cm³) y se calcula mediante la siguiente relación:

$$D_{ap} = P_s / V_t$$

Donde:

D_{ap} = Densidad aparente (gr/cm³)

P_s = Peso de suelo seco (gr)

V_t = Volumen total de una muestra no disturbada cm³.

Millar (1993) Menciona

Lámina de riego. Se refiere a la lámina de reposición la cual solo depende de las características físico- hídricas del suelo y de la eficiencia del método de aplicación del agua.

La lámina de riego es una altura y se calcula el agua retenida por el suelo entre dos niveles de retención que son conocidos como capacidad de campo y punto de marchitez entre los cuales está el agua disponible para uso por las plantas.

Se determina bajo la siguiente expresión:

$$L = \frac{(CC - PMP)}{100} Daps * h$$

Donde:

L = Lamina de gua en cm.

CC = Capacidad de campo en %.

PMP = Punto de Marchitez permanente en %

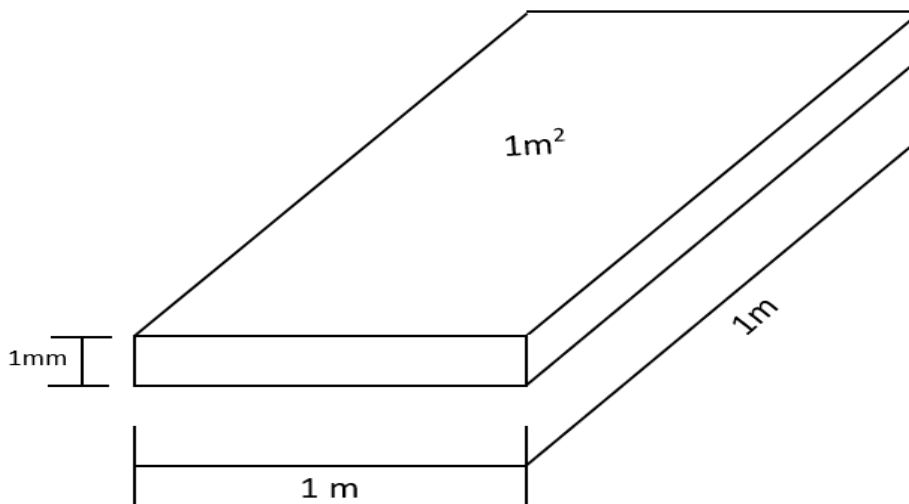
Daps = Densidad aparente del suelo en gr/ cm³.

h = Profundidad del suelo en cm.

Fuentes (2003) Menciona un milímetro de lámina de riego equivale a un litro de agua de riego que se obtiene de la siguiente manera.

Figura 1

Representación de lámina de riego.



Volumen (V) = A*h = 1m² *0.001m = 0.001m³; 1m³ = 1000.00 litros de agua

0.001m³ x 1000.00litros /m³ = 1 litro; 1mm = 1litro/m²

1mm de altura de agua = 1litro/ m² = 10.00m³ ha⁻¹.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en la localidad de Huambocancha Baja Km 3.20 de la carretera Cajamarca- Bambamarca teniendo las siguientes coordenadas ;9 212072.29 N; 773 311.58E y a una altitud de 2765m.s.n.m.El área en estudio tiene un clima templado frio con lluvias en la estación de verano y ausencia en la estación de invierno.

El suelo donde se realizó el experimento es de pendiente plana; de textura franca; pH 6.5 con capacidad agronómica productiva para maíz, papa, frejol, quinua cebada, trigo, hortalizas como repollo zanahoria, etc; otras especies como capulí, aliso, sauce, hualango, tuna; especies introducidas ciprés, eucalipto.

Figura 2.

Plano del área experimental



3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico

Entre los materiales que se utilizaron en el presente trabajo de investigación tenemos:

Semilla de zanahoria variedad Chantenay royal (*Daucus carota L.*)

3.2.2. Material de campo

Libreta de apuntes.

Lapiceros.

Agua.

Estacas de 1.50m (30), 1.20m(30), 0.80m (30).

Cerco protector plástico (45m).

Tubería de ½”.

Pico.

Lampa.

Rastrillo.

Manguera.

Valde de 4litros.

Picota.

Wincha.

Válvula esférica

Vernier.

3.2.3. Material y equipo de gabinete

Equipo de micro medición de agua zenner.

Balanza gramera.

Computadora

Calculadora

Útiles de escritorio.

3.3. Metodología

La metodología que se utilizó en el presente estudio; se desarrolló con forme se detalla a continuación:

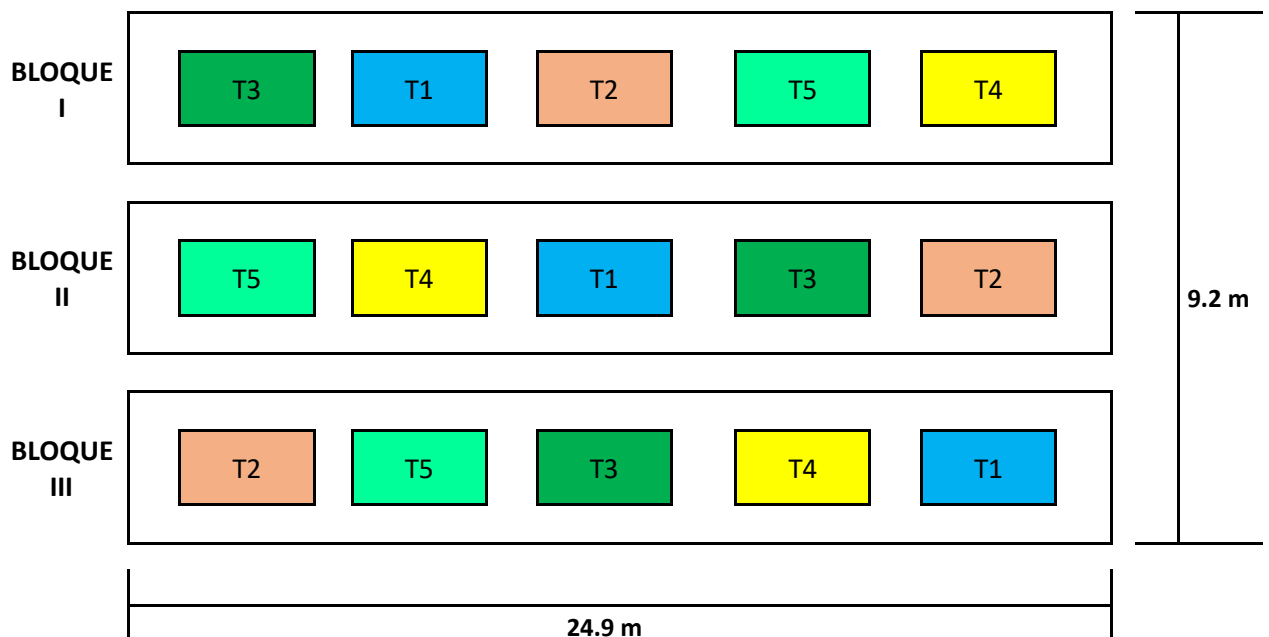
Preparación de terreno y diseño experimental. La preparación del terreno se realizó de forma manual; habiéndose iniciado dicho trabajo los primeros días del mes de Agosto; dejando el terreno mullido; seguidamente se abrió paso al surcado con los dimensionamientos y señales respectivas según lo señalado para este fin.

3.3.1 Diseño Experimental

El diseño experimental empleado para el presente trabajo de investigación corresponde a un diseño de bloques completos randomizados (DBCR) con 5 tratamientos y 3 repeticiones(bloques). Tal como se muestra en el siguiente gráfico.

Figura3

Diseño experimental.



Datos del área experimental.

El diseño del campo experimental se indica en el grafico 2 cuya área total fue de 229.08m²

Área de bloque:	59.76m ²
Longitud:	24.9m
Ancho:	2.4m
Espacio entre bloques:	1.0m
Área experimental:	229.08m ²
Longitud:	24.90m ²
Ancho:	9.20m ²
Área de cada tratamiento:	10.80m ²
Longitud:	4.50m
Ancho:	2.40m
Espacio entre tratamientos:	0.60m
Dimensiones del surco:	
Longitud:	2.40m
Ancho de surco:	0.60m
N° de hileras por surco:	2.0
Espacio entre hileras:	0.20m.
Espacio entre plantas:	0.10m
N° de surcos por tratamiento:	4.0

3.3.2 Siembra

Se procedió a la siembra el 30 de agosto de 2023 en las áreas destinadas a cada tratamiento, a razón de 4 surcos por cada uno dispuestos en dos hileras espaciados entre ellos a una distancia de 0.10m; procurando obtener una densidad de 0.10m entre plantas

a tres bolillos; hasta obtener de 80 - 90 plantas por surco, número de bloques: 3; número de tratamientos :5; utilizando .025kg de semilla de zanahoria.

3.3.2 Programación del riego

Una vez instalado el cultivo; se procedió a regar de manera frecuente con láminas de riego constante aplicando el agua para lograr la germinación, crecimiento uniforme hasta alcanzar una altura de 12 cm en promedio; finalmente aplicando los tratamientos descritos cada 7 días.

Se ha considerado como tratamientos “T₁ a T₅” láminas diferentes de riego, según el detalle siguiente, ver tabla 3.

Tabla 3

Lámina de riego y volumen aplicado a los tratamientos durante el periodo vegetativo.

N° de Tratamiento	Lámina de riego(mm)	Volumen (litros/m²)	Volumen (litros/Tratamiento)
1	10.0	10.0	108.0
2	15.0	15.0	162.0
3	20.0	20.0	216.0
4	25.0	25.0	270.0
5	30.0	30.0	324.0

Elaboración propia.

Labores culturales

Esta labor se inició cuando las primeras plántulas de zanahoria tenían una altura de 1.25cm para continuar con el desahije cuando las plántulas tenían en promedio 6.50cm. de longitud.

Posteriormente se continuo con los des - hierbos respectivos; a fin evitar la invasión de malezas; realizándose 5.

3.3.3 Trabajo de campo

Se procedió a cosechar el día 8 de diciembre de 2023; tomando la información de la manera siguiente:

Rendimiento de zanahoria (Kg/ parcela).

Medición de altura de planta(cm).

Medición de longitud de raíz(cm).

Medición del diámetro superior de raíz(cm).

Tabla 4*Registro de las características agronómicas del cultivo de zanahoria.**Tratamiento 1*

Altura planta(cm)	Long. Raíz(cm)	Diamet.Sup. Raíz(cm)
41	11	3.8
33	9	4.9
42	10	3.9
40	10	4.5
41	7	4.4
41	7.5	3.3
$\bar{y} = 39.66$	9.08	4.13
33	8.6	4.5
39	12	3.8
47	7.3	3.4
42	11	4.2
32	9.5	4.1
39	8	3.9
$\bar{y} = 26.83$	9.4	3.83
38	10	3.9
28	6.4	2.2
26	9	4.7
29	6	2.9
30	10.5	4.0
24	8	3.4
$\bar{y} = 29.16$	8.31	3.51

Tratamiento 2

Altura planta(cm)	Long. Raíz(cm)	Diamet.Sup. Raíz(cm)
30	6	3.0
43	8	4.8
36	8.4	3.8
45	10	3.6
45	11	3.8
43	8	4.2
$\bar{y} = 40.33$	8.56	3.86
37	10.5	3.7
38	9	3.8
31	11.5	4.2
37	9.3	3.8
40.5	12	5.1
38	9	4.1
$\bar{y} = 36.91$	6.93	4.11
41	9.5	3.0
51	12.7	4.5
48.5	11	3.7
41	9	3.8
52	10	4.8
51	10.5	3.8
$\bar{y} = 47.41$	10.45	3.93

Tratamiento 3

Altura	Long.	Diamet.Sup.
planta(cm)	Raíz(cm)	Raíz(cm)
35	11	5.5
47	11.8	4.2
40.5	9.5	5.4
55.5	9	4.1
33	7.8	4.3
40	8	4.7
$\bar{y} = 41.83$	9.51	4.70
37	12	5.1
36	10.5	4.2
38	12.5	5.2
45	11.7	5.3
37	14.2	4.5
37	11	5.1
$\bar{y} = 38.41$	11.98	4.9
47	11.5	4.7
44.5	13.5	5
43.5	9.5	4.4
44	9.5	4.7
41	10	4
42.5	9.5	4.2
$\bar{y} = 43.75$	10.58	4.5

Tratamiento 4

Altura	Long.	Diamet.Sup.
planta(cm)	Raíz(cm)	Raíz(cm)
40.5	11	5.8
52	15.5	6.5
46.5	11	4.4
47	13.5	5.9
50	11	5.4
45.5	12.5	5.4
$\bar{y} = 46.91$	12.41	5.56
46	14.5	4.9
49.5	11	5.5
43	11.5	5.3
40	12.5	5.5
47.5	14.9	6.3
45.5	11	5.9
$\bar{y} = 45.25$	12.56	5.56
34.5	12.5	5.3
45.5	15	5.4
55	11	5.5
44	9.7	6.0
41	13.5	5.5
48	9.5	6.1
$\bar{y} = 44.66$	11.86	5.63

Tratamiento 5

Altura planta(cm)	Long. Raíz(cm)	Diamet.Sup. Raíz(cm)
39	12	7.3
33	12.5	5.2
36	10.5	4.2
37.5	12	5.6
42	10	6.9
37	10.5	4.5
$\bar{y} = 37.41$	11.25	5.61
43.5	12.5	6.0
51	14	5.6
42.5	10	4.6
52	13	4.7
54	15	5.2
46.5	12.5	5.1
$\bar{y} = 31.5$	12.83	5.2
52.5	11.5	5.2
45	13	4.9
45.5	14	6.1
40.5	11.5	5.1
41	9.0	4.5
45	12.5	5.5
$\bar{y} = 44.91$	11.91	5.21

Tabla 5*Rendimiento del cultivo de zanahoria en campo (Kg/parcela).*

Bloque	Tratamientos					Total	Promedio
	T1	T2	T3	T4	T5		
I	11.70	12.30	21.46	29.81	21.20	96.47	19.29
II	14.38	19.4	22.9	25.33	20.82	102.83	20.57
III	11.46	23.88	20.00	31.70	16.16	103.20	20.64
Total	37.54	55.58	64.36	86.84	58.18	302.50	60.50
Promedio	12.51	18.53	21.45	28.95	19.39	100.83	20.17

3.3.4 Trabajo de gabinete**a. Cálculos Estadísticos****a.1 Cálculos estadísticos referente al Rendimiento del cultivo de zanahoria.**

1.- Calculo del término de Corrección (TC).

$$TC = (302.50)^2/3*5 \rightarrow TC = 91506.25/15$$

$$TC = 6100.41$$

2.- Calculo de la suma de cuadrados total (SCT)

$$SCT = (11.70^2 + \dots 16.16^2) - TC.$$

$$SCT = (11.70^2 + 14.38^2 + 11.46^2 + 12.30^2 + 19.40^2 + 23.88^2 + 21.46^2 + 22.90^2 + 20.00^2 + 29.81^2 + 25.33^2 + 31.70^2 + 21.20^2 + 20.82^2 + 16.16^2) - TC.$$

$$SCT = (136.89 + 206.78 + 131.33 + 151.29 + 376.36 + 570.25 + 460.53 + 524.41 + 400.00 + 888.63 + 641.60 + 1004.89 + 449.44 + 433.47 + 261.14) -$$

$$TC. SCT = (6637.01) - TC$$

$$SCT = 536.6$$

3.- Calculo de la suma de cuadrados de bloques (SCB).

$$SCB = (96.47^2 + 102.83^2 + 103.20^2) / (t) - TC.$$

$$SCB = (9306.46 + 10574.00 + 10650.24) / (5) - TC.$$

$$SCB = 30530.70 / 5 - TC \rightarrow SCB = 6106.14 - 6100.41$$

$$SCB = 5.73$$

4.- Calculo de la suma de cuadrados de tratamientos (SCT⁰).

$$SCT^0 = (37.54^2 + 55.58^2 + 64.36^2 + 86.84^2 + 58.18^2) / (b) - TC.$$

$$SCT^0 = (1409.25 + 3089.13 + 4142.20 + 7541.18 + 3384.91) / 3 - TC.$$

$$SCT^0 = (19566.67 / 3) - TC \rightarrow SCT^0 = 6522.22 - 6100.41$$

$$SCT^0 = 421.81$$

5.- Calculo de la suma de cuadrados del Error Experimental (SCE_E).

$$SCE_E = SCT - SCB - SCT^0.$$

$$SCE_E = 536.60 - 5.73 - 421.81$$

$$SCE_E = 109.6$$

6.- Calculo de los cuadrados medios (CM).

6.1.- Calculo de los cuadrados medios entre bloques (CMB).

$$CMB = SCB / (b - 1) \rightarrow CMB = 5.73 / (3 - 1); CMB = 5.73 / 2 \rightarrow CMB = 2.86$$

$$CMB = 2.86$$

6.2.- Calculo de los cuadrados medios entre tratamientos (CMT⁰).

$$CMT^0 = SCT^0 / (t - 1) \rightarrow CMT^0 = 421.81 / (5 - 1); CMT^0 = 421.81 / 4;$$

$$CMT^0 = 105.45$$

6.3.- Calculo del cuadrado medio del Error Experimental (CME_E).

$$CME_E = SCE_E / (b-1) (t-1) \rightarrow CME_E = 123.86 / (3-1) (5-1)$$

$$CME_E = 109.6 / 8 \rightarrow CME_E = 13.70$$

$$CME_E = 13.70$$

7.- Calculo de la probabilidad "F" al 5% y 1% respectivamente

7.1- Calculo de F para tratamientos.

$$F = CMT^0 / CME_E$$

$$F = 105.45 / 13.70$$

$$F = 7.69$$

7.2.- Calculo de F para bloques

$$F = CMB / CME_E$$

$$F = 2.86 / 13.70$$

$$F = 0.20$$

8.- Calculo del coeficiente de Variabilidad. (CV)

$$CV = [\sqrt{CME_E} / \bar{y}] * 100$$

$$CV = \sqrt{13.70} / 20.16 * 100$$

$$CV = 3.70 / 20.16 * 100$$

$$CV = 18.35 \%$$

b. Cálculos de la lámina de riego

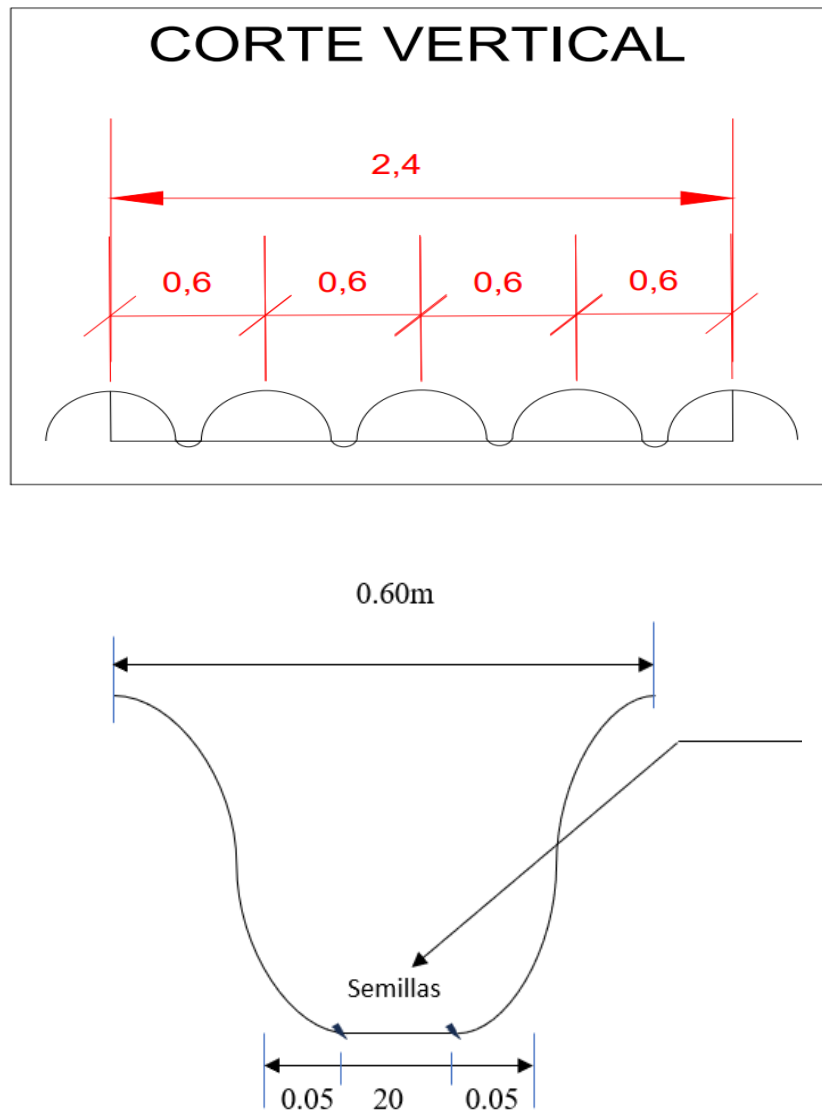
b.1 Cálculos Directos.

Datos:

Área Experimental	:229.08m ²
Área de bloque	:59.76m ²
Numero de bloques	:3.0m
Espacio entre bloques	:1.0m
Área de Tratamiento	:10.8m ²
Numero de Tratamientos	:5.0
Espacio entre Tratamientos	:0.60m
Longitud de Tratamiento	:4.50m
Ancho de Tratamiento	:2.40m
Numero de surcos por Tratamiento	:4.0
Longitud de surco	:4.5m
Ancho de surco	:0.60m
Numero de Hileras por surco	:2.0
Espaciamiento entre Hileras	:0.20m
Ancho de Humedecimiento / fondo de surco	:0.30m.

Figura 4

Corte de parcela y surco.



Consideraciones Previas:

Fecha de riego previo a la siembra: 28 -08-2023

Volumen de agua usado :20litros por surco

Capacidad de recipiente utilizado :4litros.

Cantidad de aplicaciones :1.0 riego.

Volumen de agua usado :20litros por surco

Fechas de aplicación (riegos). :1°,3,5,7,9 y 11 de Setiembre de 2023.

Total 5 valdes por surco y 7 riegos en esta etapa.

Cálculo del área de Humedecimiento del fondo de surco.

Longitud de surco: 4.5m

Ancho de Humedecimiento del fondo de surco :0.30m

Área: $4.5m * 0.30m$.

Área: $1.35m^2$

Convirtiendo los 20litros a lámina de riego.

$$(20litros * 1.00m^2) / 1.35m^2 = 14.81mm/m^2$$

Luego:

$$7 riegos * 14.81mm = 103.67mm.$$

En la tapa de crecimiento y desarrollo.

Volumen de agua usado :25litros por surco.

Fechas de aplicación :14,17,20,23,26 y 29 de Setiembre.

Total 6 valdes por surco y 6 riegos en esta etapa.

Nuevamente convirtiendo los 25litros a lámina de riego.

$$(25litros * 1.00m^2) / 1.35m^2 = 18.52mm/m^2$$

Luego:

$$6 riegos * 18.52mm = 111.12mm.$$

En la etapa de desarrollo pleno y producción.

En esta etapa se procedió con la aplicación de los respectivos tratamientos

Cuyas láminas de riegos son las siguientes:

Tratamiento 1 :10.00mm.

Tratamiento 2 :15.00mm.

Tratamiento 3 :20.00mm.

Tratamiento 4 :25.00mm.

Tratamiento 5 :30.00mm.

Fechas de Aplicación: 2,9,16,23 y 30 de octubre; 6,13,20 y 27 de Noviembre y finalmente el 4 de Diciembre de 2023.

Total, de aplicaciones 10 (riegos).

Cálculo de lámina de riego para el Tratamiento 1

Convirtiendo la lámina de 10.00mm a litros; tenemos:

$(10.00\text{litros} * 1.35\text{m}^2 / 1.00\text{m}^2 = 13.5\text{litros por surco (13.5)} / 4 = 3 \text{ valdes de 4 litros por surco.}$

Lámina de riego $10.00\text{mm} * 10 \text{ riegos} = 100.00\text{mm}$

Luego:

Lamina total: $\Sigma 103.67 + 111.12 + 100.00 = 314.79\text{mm.}$ a ello hay que agregar el 5% de perdidas.

Entonces:

$314.79 * 0.05 + 314.79 = 330.53\text{mm,}$ redondeando tenemos:

Tratamiento 1 = 331.00mm.

Cálculo de lámina de riego para el Tratamiento 2

Convirtiendo la lámina de 15.00mm a litros; tenemos:

$(15.00\text{litros} * 1.35\text{m}^2 / 1.00\text{m}^2 = 20.25\text{litros por surco } (20.25) / 4 = 5 \text{ valdes de 4 litros por surco.}$

Lámina de riego $15.00\text{mm} * 10 \text{ riegos} = 150.00\text{mm}$

Luego:

Lamina total: $\Sigma 103.67 + 111.12 + 150.00 = 364.79\text{mm}$. a ello hay que agregar el 5% de perdidas.

Entonces:

$364.79 * 0.05 + 364.79 = 383.03\text{mm}$, redondeando tenemos:

Tratamiento 2 = 383.00mm.

Cálculo de lámina de riego para el Tratamiento 3

Convirtiendo la lámina de 20.00mm a litros; tenemos:

$(20.00\text{litros} * 1.35\text{m}^2 / 1.00\text{m}^2 = 27\text{litros por surco } (27) / 4 = 7 \text{ valdes de 4 litros por surco.}$

Lámina de riego $20.00\text{mm} * 10 \text{ riegos} = 200.00\text{mm}$

Luego:

Lamina total: $\Sigma 103.67 + 111.12 + 200.00 = 414.79\text{mm}$. a ello hay que agregar el 5% de perdidas.

Entonces:

$414.79 * 0.05 + 414.79 = 435.53\text{mm}$, redondeando tenemos:

Tratamiento 3 = 436.00mm.

Cálculo de lámina de riego para el Tratamiento 4

Convirtiendo la lámina de 25.00mm a litros; tenemos:

$(25.00\text{litros} * 1.35\text{m}^2 / 1.00\text{m}^2 = 33.75\text{litros por surco} (33.75) / 4 = 8$ valdes de 4 litros por surco.

Lámina de riego 25.00mm* 10 riegos = 250.00mm

Luego:

Lamina total: $\Sigma 103.67 + 111.12 + 250.00 = 464.79\text{mm}$. a ello hay que agregar el 5% de perdidas.

Entonces:

$464.79 * 0.05 + 464.79 = 493.029\text{mm}$, redondeando tenemos:

Tratamiento 4 = 493.00mm.

Cálculo de lámina de riego para el Tratamiento 5

Convirtiendo la lámina de 30.00mm a litros; tenemos:

$(25.00\text{litros} * 1.35\text{m}^2 / 1.00\text{m}^2 = 40.5\text{litros por surco} (40.5) / 4 = 10$ valdes de 4 litros por surco.

Lámina de riego 30.00mm* 10 riegos = 300.00mm

Luego:

Lamina total: $\Sigma 103.67 + 111.12 + 300.00 = 514.79\text{mm}$. a ello hay que agregar el 5% de perdidas.

Entonces:

$514.79 * 0.05 + 514.79 = 540.52\text{mm}$, redondeando tenemos:

Tratamiento 5 = 541.00mm.

b.2. Cálculos Indirectos

Datos:

Cultivo: Daucus carota L

Periodo vegetativo: 4 meses

Rango de profundidad máxima que alcanza el humedecimiento de la zona radicular (Pr)

= 0 a 100cm.

CC (%) = 20.65

PMP (%) = 11.36

Agua disponible (%) 9.30

Densidad (gr/cm^3) = 1.36

pH = 6.5

M.O(%) = 4.00

Clase textural: Franco.

Cálculo del porcentaje de Crecimiento.

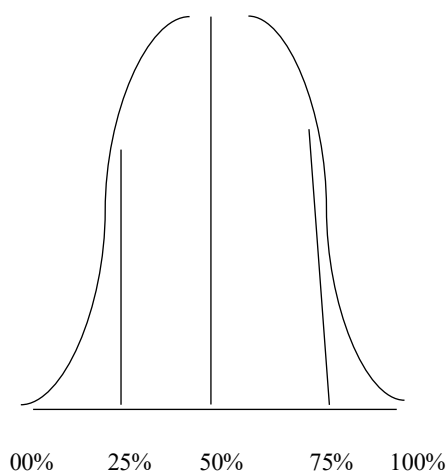
$\% \text{Parcial} = \% \text{C}^\circ \text{ Total} / \text{P. V}$

P.V = Periodo Vegetativo (meses).

%Parcial = $100/4 = 25\%$.

Figura 5

Porcentaje de crecimiento y uso consuntivo, según Hargreaves.



Nos apoyamos en la tabla 18

% C°	Kc
00.0	00.00
25.0	00.45
50	00.60
75	00.51
100	00.00

Cálculo de la Profundidad Radicular (Pr).

$Pr = (Kc \text{ promedio} * \text{profundidad radicular máxima}) / Kc \text{ máximo.}$

$Pr 1 = (0.45 * 50) / 0.60 = 37.50 \text{cm.}$

$Pr 2 = (0.60 * 50) / 0.60 = 50.00 \text{cm.}$

$$Pr\ 3 = (0.51*50) / 0.60 = 42.50\text{cm.}$$

Cálculo de la lámina correspondiente al 25% del periodo vegetativo(L).

$$L = \frac{(CC - PMP)}{100} Daps * h$$

$$L = [20.65 - 11.36] * 1.36 * 37.50 / 100$$

$$L = 9.29 * 1.36 * 37.50 / 100$$

$$L = 4.73\text{cm.}$$

Cálculo de la lámina neta (Ln).

$$Ln = L * p$$

p = Fracción del agua disponible (p); según tabla 18

$$p = 0.35$$

$$Ln = 4.73 * 0.35$$

$$Ln = 1.65\text{cm.}$$

Cálculo de la lámina de aplicación (Lap).

$$Lap = Ln / Efa$$

$$Efa = 95\%$$

$$Lap = 1.65 / 0.95$$

$$Lap = 1.73\text{cm.} = 17.30\text{mm.}$$

Cálculo del intervalo de riego (Ir).

$$Ir = Ln / Ndumac$$

Ndumac = Necesidad diaria de uso máximo de agua por cultivo(mm/día)

$$I_r = 1.65/0.51$$

0.51 = valor de la tabla 19

$$I_r = 3.23 \text{ días.}$$

Cálculo del número de riegos($N^{\circ}r$)

$$N^{\circ} r = \text{mes(días)}/I_r$$

$$N^{\circ} r = 30/3.23 = 9.28 \text{ riegos} \approx 9.0 + 1 \text{ riego pre-siembra} = 10 \text{ riegos}$$

$$\text{Lamina total} = 10 * 17.30 = 173.00 \text{ mm}$$

Cálculo de la lámina correspondiente al 50% del periodo vegetativo(L).

$$L = [20.65 - 11.36] * 1.36 * 50 / 100$$

$$L = 9.29 * 1.36 * 50 / 100$$

$$L = 6.31 \text{ cm.}$$

Cálculo de la lámina neta (L_n).

$$L_n = L * p$$

p = Fracción del agua disponible (p); según tabla 18

$$p = 0.35$$

$$L_n = 6.31 * 0.35$$

$$L_n = 2.20 \text{ cm.}$$

Cálculo de la lámina de aplicación (L_{ap}).

$$L_{ap} = L_n / E_{fa}$$

$$E_{fa} = 95\%$$

$$L_{ap} = 2.20 / 0.95$$

$$\text{Lap} = 2.31\text{cm} = 23.10\text{mm}.$$

Cálculo del intervalo de riego (Ir).

$$\text{Ir} = \text{Ln} / \text{Ndumac}$$

Ndumac = Necesidad diaria de uso máximo de agua por cultivo(mm/día)

$$\text{Ir} = 2.20 / 0.51$$

0.51 = valor de tabla 19

$$\text{Ir} = 4.31 \text{ días}.$$

Cálculo del número de riegos(N°r)

$$\text{N}^\circ \text{ r} = \text{mes(días)} / \text{Ir}$$

$$\text{N}^\circ \text{ r} = 30 / 4.31 = 6.96 \text{ riegos} \approx 7 \text{ riegos}$$

$$\text{Lamina total} = 7 * 23.10 = 161.70\text{mm}$$

Cálculo de la lámina correspondiente al 75% del periodo vegetativo(L).

$$L = [20.65 - 11.36] * 1.36 * 42.50 / 100$$

$$L = 9.29 * 1.36 * 42.50 / 100$$

$$L = 5.36\text{cm}.$$

Cálculo de la lámina neta (Ln).

$$\text{Ln} = L * p$$

p = Fracción del agua disponible (p); según tabla 18

$$p = 0.35$$

$$\text{Ln} = 5.36 * 0.35$$

$$\text{Ln} = 1.87 \text{ cm}.$$

Cálculo de la lámina de aplicación (Lap).

$$\text{Lap} = \text{Ln} / \text{Efa}$$

$$\text{Efa} = 95\%$$

$$\text{Lap} = 1.87/0.95$$

$$\text{Lap} = 1.97\text{cm.} = 19.70\text{mm.}$$

Cálculo del intervalo de riego (Ir).

$$\text{Ir} = \text{Ln} / \text{Ndumac}$$

Ndumac = Necesidad diaria de uso máximo de agua por cultivo(mm/día)

$$\text{Ir} = 1.87/0.51$$

0.51 = valor de tabla 19.

$$\text{Ir} = 3.68 \text{ días.}$$

Cálculo del número de riegos(N°r)

$$\text{N}^\circ \text{ r} = \text{mes(días)}/\text{Ir}$$

$$\text{N}^\circ \text{ r} = 30/3.68 = 8.15 \text{ riegos} \approx 8 \text{ riegos}$$

$$\text{Lamina total} = 8 * 19.70 = 157.60\text{mm}$$

$$\text{Lamina total aplicada al cultivo} = \Sigma 173.00 + 161.70 + 157.60 = 492.30\text{mm}$$

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos en el campo experimental y también los resultados de la evaluación estadística del cultivo de zanahoria; en lo referente a las características agronómicas; rendimiento, altura de planta, longitud de raíz y diámetro superior de raíz obtenidos en la localidad de Huambocancha Baja; detallándose a continuación.

4.1.- Rendimiento de zanahoria (Kg/parcela)

Tabla 6

Rendimiento de zanahoria en Kg/parcela de tratamientos y bloques en estudio.

Bloque	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
I	11.70	12.30	21.46	29.81	21.20
II	14.38	19.4	22.9	25.33	20.82
III	11.46	23.88	20.00	31.70	16.16

Figura 6

Cosecha de raíces.



Pesado de raíces.



4.1.1. Interpretación de Análisis del cultivo de zanahoria

En la tabla anterior; se indican los resultados obtenidos del cultivo de zanahoria en Kg/parcela, bajo las condiciones climáticas de la localidad de Huambocancha Baja, cuya cosecha se realizó el 8 de diciembre de 2023.

Tabla 7

Rendimiento promedio de zanahoria en kilogramos por parcela por tratamientos y por bloques.

Bloque	Tratamientos					Total	Promedio
	T1	T2	T3	T4	T5		
I	11.70	12.30	21.46	29.81	21.20	96.47	19.29
II	14.38	19.4	22.9	25.33	20.82	102.83	20.57
III	11.46	23.88	20.00	31.70	16.16	103.20	20.64
Total	37.54	55.58	64.36	86.84	58.18	302.50	60.50
Promedio	12.51	18.53	21.45	28.95	19.39	100.83	20.17

4.1.2. Cálculos estadísticos de la característica agronómica evaluada en lo que a Rendimiento se refiere.

A continuación; se procedió a realizar los cálculos respectivos para dicha información y el análisis estadístico de rendimiento; como se puede observar en el capítulo de metodología.

4.1.3. Análisis de Varianza para el rendimiento del cultivo de zanahoria utilizando 5 láminas de riego como tratamientos

Para “F” tabular:

Gl de B° y Gle: 2 y 8

Gl de T° y Gle: 4 Y 8

Tabla 8

Análisis de Variancia. (ANVA) para rendimiento de zanahoria.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular	
					5 %	1 %
Bloques	2	5.73	2.86	0.20 NS	4.46	8.65
Tratamientos	4	421.81	105.45	7.69 **	3.84	7.01
Error	8	109.6	13.70			
Total	12	536.6				

****:** Altamente significativo, **NS:** No Significativo.

$$CV = 18.35 \% ; \bar{x} = 20.16$$

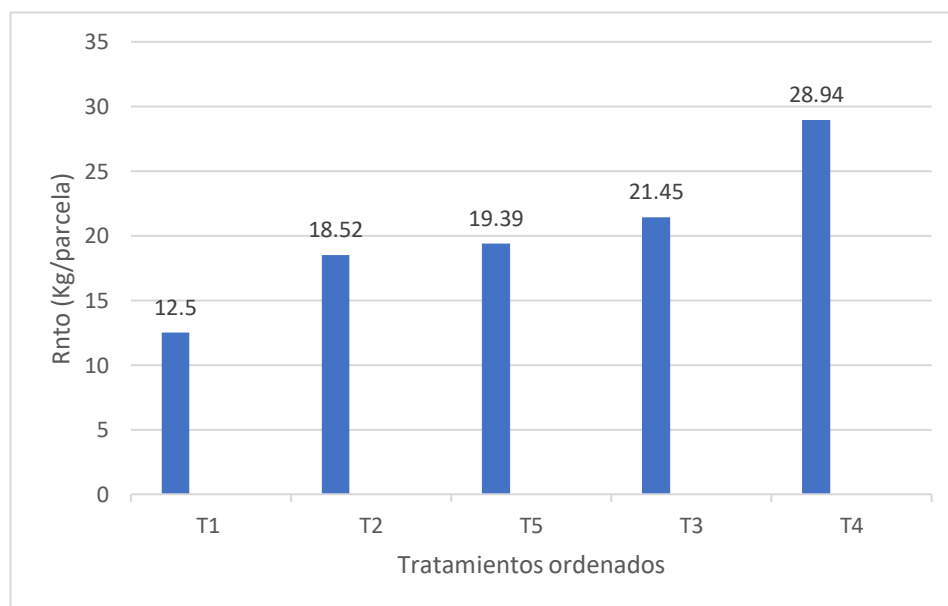
Observando la tabla 8; respecto al análisis de variancia de la información del rendimiento; se puede observar que según dicho análisis; en lo que se refiere a bloques o repeticiones para la prueba F no hay significación estadística para el 95% de

probabilidades por ser el F calculado menor que el F tabular y al 99% de probabilidades es bastante notorio por lo que se concluye que no existe significación estadística entre bloques.

Sin embargo en lo que a tratamientos se refiere el nivel de significancia tanto al 95% y 99% es altamente significativo; atribuyéndose que los efectos del volumen de agua inciden en el rendimiento del cultivo de zanahoria ; en este caso el tratamiento T₄ (25mm) del presente experimento resulto ser favorable con 28.94 Kg/parcela (equivalente a 26.79 t ha⁻¹ superando dicho rendimiento de zanahoria a los otros tratamientos; que en forma ordenada puede apreciarse con mucha claridad en el grafico 3.

Figura 7

Rendimiento del cultivo de zanahoria en Kg/parcela.



$$T_1 = 12.51$$

$$T_2 = 18.52$$

$$T_5 = 19.39$$

$$T_3 = 21.45$$

$$T_4 = 28.94$$

En el gráfico 5; se aprecia la variación del rendimiento del cultivo de zanahoria de cada uno de los tratamientos considerados; siendo el que dio mayor rendimiento fue el tratamiento T_4 (25mm) una producción de 28.94Kg/parcela.

4.1.4 Prueba de Duncan para Rendimiento de zanahoria

Otras de las pruebas que permiten corroborar mediante comparaciones sucesivas de los datos promedios de los rendimientos de zanahoria para el presente trabajo de investigación es la prueba de DUNCAN.

Para ello identificamos los valores de AES teniendo en cuenta: número de promedios a ser probados(p); nivel de significación (5%) y grados de libertad del error experimental (8); cuyos valores tabulares según Duncan son 3.26,3.39,3.47 y 3.52 respectivamente.








Posteriormente calculamos las ALS; multiplicando la desviación estándar ($S_x = 2.137$) por los valores tabulares de Duncan. Cuyos resultados se aprecia en la tabla siguiente.

Tabla 9*Análisis DUNCAN para Rendimiento.*

Valores de P	2	3	4	5
AES(D)	3.26	3.39	3.47	3.52
$S_{\hat{x}} = 2.137$	$S_{\hat{x}} = \sqrt{CMerror/r} = \sqrt{13.70/3} = 2.137$			
ALS(D)	6.97	7.24	7.41	7.52

Luego con los datos medios ordenados en forma creciente se tienen comparaciones sucesivas; cuyos resultados se indican en la tabla siguientes

Tabla10*Comparaciones de promedios de rendimiento según Duncan.*

Tratamientos	T ₁	T ₂	T ₅	T ₃	T ₄
Promedio de tratamientos	12.51	18.52	19.39	21.45	28.94
Clave	I	II	III	IV	V
					
					
					
					
					

$$1^{\circ} T 4 = 28.94$$

$$2^{\circ} T 3 = 21.45$$

$$3^{\circ} T 5 = 19.39$$

$$4^{\circ} T 2 = 18.52$$

$$5^{\circ} T 1 = 12.51$$

$$V-I = 28.94 - 12.51 \rightarrow 16.43 > ALS \quad 7.52 \text{ significativo.}$$

$$V-II = 28.94 - 18.52 \rightarrow 10.42 > ALS \quad 7.41 \text{ significativo.}$$

$$V-III = 28.94 - 19.39 \rightarrow 9.55 > ALS \quad 7.24 \text{ significativo.}$$

$$V-IV = 28.94 - 21.45 \rightarrow 7.49 > ALS \quad 6.97 \text{ significativo.}$$

$$IV-I = 21.45 - 12.51 \rightarrow 8.94 > ALS \quad 7.41 \text{ significativo.}$$

$$IV-II = 21.45 - 18.52 \rightarrow 2.93 < ALS \quad 7.24 \text{ no significativo.}$$

$$IV-III = 21.45 - 19.39 \rightarrow 2.06 < ALS \quad 6.97 \text{ no significativo.}$$

$$III-I = 19.39 - 12.51 \rightarrow 6.88 < ALS \quad 7.24 \text{ no significativo}$$

$$III-II = 19.39 - 18.52 \rightarrow 0.87 < ALS \quad 6.97 \text{ no significativo.}$$

$$II-I = 18.52 - 12.51 \rightarrow 6.01 < ALS \quad 6.97 \text{ no significativo.}$$

Al realizar la prueba estadística de DUNCAN en la tabla anterior; se puede apreciar que entre los tratamientos T_2, T_5 y T_3 no existen diferencias estadísticas; tampoco entre los tratamientos T_1 y T_2 ; de igual manera entre los tratamientos T_2 y T_3

4.2. Altura promedio de plantas de zanahoria(cm)

Figura 8

Medición de la altura promedio de plantas de zanahoria



Tabla 11

Altura promedio de plantas(cm) a nivel tratamientos y repeticiones.

Bloque	Tratamientos					Total	Promedio
	T1	T2	T3	T4	T5		
I	39.66	36.91	41.83	44.66	44.91	207.97	41.59
II	26.83	47.41	43.75	46.91	37.41	202.31	40.46
III	29.16	40.83	38.41	45.25	31.50	185.15	37.03
Total	95.65	125.15	123.99	136.82	113.82	595.43	119.09
Promedio	31.88	41.72	41.33	45.61	37.94	198.48	39.70

4.2.1. Cálculos estadísticos de la característica agronómica evaluada en lo que a Altura de planta se refiere

A continuación, se procedió a realizar los cálculos respectivos para dicha información y el análisis estadístico de altura promedio de planta; utilizando el mismo procedimiento como se hizo para el rendimiento.

4.2.2. Análisis de Varianza para la altura de planta del cultivo de zanahoria utilizando 5 láminas de riego como tratamientos.

Para “F” tabular:

Gl de B° y Gle: 2 y 8

Gl de T° y Gle: 4 Y 8

Tabla 12

Análisis de Variancia (ANVA) para altura de plantas de zanahoria a nivel de bloques y tratamientos.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular	
					5%	1%
Bloques	2	56.48	28.24	1.12NS	4.4600	8.65
Tratamientos	4	317.43	75.35	3.16NS	3.84	7.01
Error	8	200.85	25.10			
Total	12	574.76				

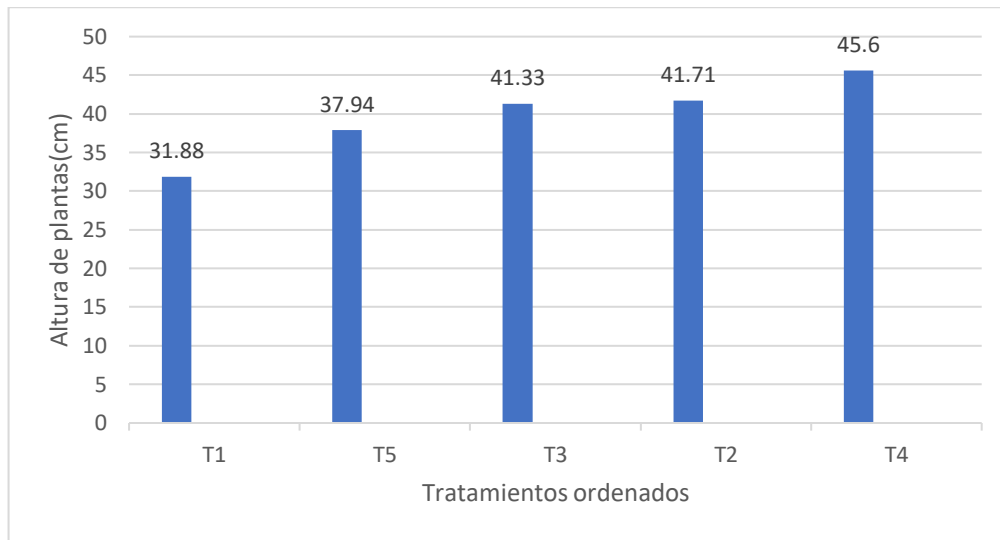
****:** Altamente significativo, **NS:** No Significativo.

$$CV = 12.62\%; \bar{x} = 39.69$$

En lo referente al análisis estadístico de altura de planta, siguiendo el análisis de variancia (ANVA) con la información pertinente; se determinó el valor F calculado cuyos valores tanto para bloques como tratamientos no superan a los valores tabulares al 95 % y 99% de probabilidades; es decir no hay significación estadística (NS).

Figura 9

Altura promedio de plantas de zanahoria (cm).



$$T_1 = 31.88$$

$$T_5 = 37.94$$

$$T_3 = 41.33$$

$$T_2 = 41.71$$

$$T_4 = 45.6$$

4.3. Longitud promedio de raíces de zanahoria(cm)

Esta información se obtuvo al medir la longitud de raíz, utilizando para ello una wincha metálica de 3.0 m, como se aprecia en la siguiente imagen.

Figura 10

Medición de longitud de raíces.



Tabla 13

Longitud promedio de raíz de zanahoria(cm).

4.3.1. Cálculos estadísticos de la característica agronómica evaluada en lo que a

Longitud de raíz se refiere.

Bloque	Tratamientos					Total	Promedio
	T1	T2	T3	T4	T5		
I	9.08	6.93	9.51	11.86	11.91	49.29	9.86
II	9.4	10.45	10.58	12.41	11.25	54.09	10.82
III	8.31	8.56	11.98	12.56	12.83	54.24	10.85
Total	26.79	25.94	32.07	36.83	35.99	157.62	31.52
Promedio	8.93	8.65	10.69	12.28	12.00	52.54	10.51

A continuación, se procedió a realizar los cálculos respectivos para dicha información y el análisis estadístico de longitud promedio de raíz; procedimiento similar a lo al de rendimiento.

4.3.2 Análisis de Varianza para longitud de raíz del cultivo de zanahoria utilizando 5 láminas de riego como tratamientos.

Para “F” tabular:

Gl de B° y Gle: 2 y 8

Gl de T° y Gle: 4 Y 8

Tabla 14

Análisis de Variancia (ANVA) para longitud de raíces a nivel de bloques y tratamientos.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular	
					5%	1%
Bloques	2	3.16	1.58	0.62NS	4.4600	8.65
Tratamientos	4	22.04	5.51	2.18NS	3.84	7.01
Error	8	20.16	2.52			
Total	12	45.36				

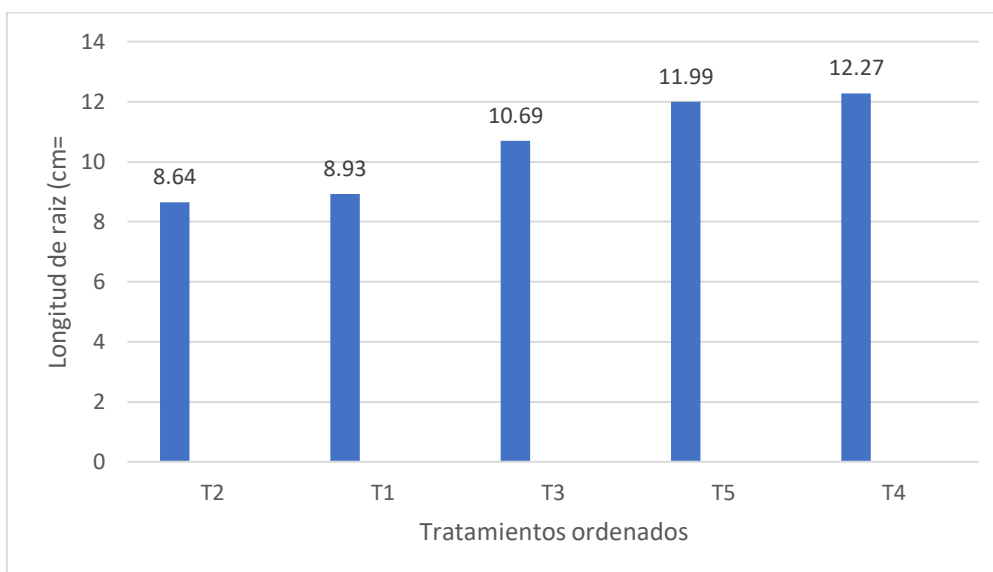
****:** Altamente significativo, **NS:** No Significativo.

$$CV = 15.11\%; \bar{x} = 10.50$$

Observando la tabla anterior de análisis de variancia (ANVA) el F calculado no supera al F tabular 95% y 99% de probabilidades; es decir no es significativo (NS). dichos valores en lo que a bloques y tratamientos se refiere;

Figura 11

Longitud promedio de raíces.



$$T_2 = 8.64$$

$$T_1 = 8.93$$

$$T_3 = 10.69$$

$$T_5 = 11.99$$

$$T_4 = 12.27$$

En el grafico 5 se aprecia la variación de la longitud de raíces de zanahoria de cada uno de los tratamientos considerados; siendo que el tratamiento T₄ (12.27) es que alcanzo mayor longitud.

Luego con los datos medios ordenados en forma creciente se tienen comparaciones sucesivas; cuyos resultados cuyos resultados se indican en la tabla siguiente:

4.4. Diámetro superior promedio de raíces de zanahoria.

Finalmente se procedió a tomar las medidas del diámetro superior de las raíces de las plantas de zanahoria; para ello se utilizó un vernier; como se ilustra en la siguiente imagen.

Figura 12

. Medición del diámetro de raíz.



Tabla 15

Diámetro promedio de raíces de zanahoria(cm).

Bloque	Tratamientos					Total	Promedio
	T1	T2	T3	T4	T5		
I	4.13	4.11	4.70	5.63	5.21	23.78	4.76
II	3.83	3.93	4.5	5.56	5.61	23.43	4.69
III	3.51	3.86	4.90	5.56	5.20	23.03	4.61
Total	11.47	11.90	14.10	16.75	16.02	70.24	14.05
Promedio	3.82	3.97	4.70	5.58	5.34	23.41	4.68

4.4.1. Cálculos estadísticos de la característica agronómica evaluada en lo que a Diámetro de raíz se refiere

A continuación, se procedió a realizar los cálculos respectivos para dicha información y el análisis estadístico para el diámetro promedio de raíz; procedimiento similar al de rendimiento.

4.4.2 Análisis de Varianza para el diámetro mayor de raíz del cultivo de zanahoria utilizando 5 láminas de riego como tratamientos

Para “F” tabular:

Gl de B° y Gle: 2 y 8

Gl de T° y Gle: 4 Y 8

Tabla 16

Análisis de variancia (ANVA) para diámetro de raíces de zanahoria a nivel de bloques y tratamientos.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular	
					5%	1%
Bloques	2	0.05	0.025	0.05NS	4.4600	8.65
Tratamientos	4	3.77	0.94	1.88NS	3.84	7.01
Error	8	4.03	0.50			
Total	12	7.85				

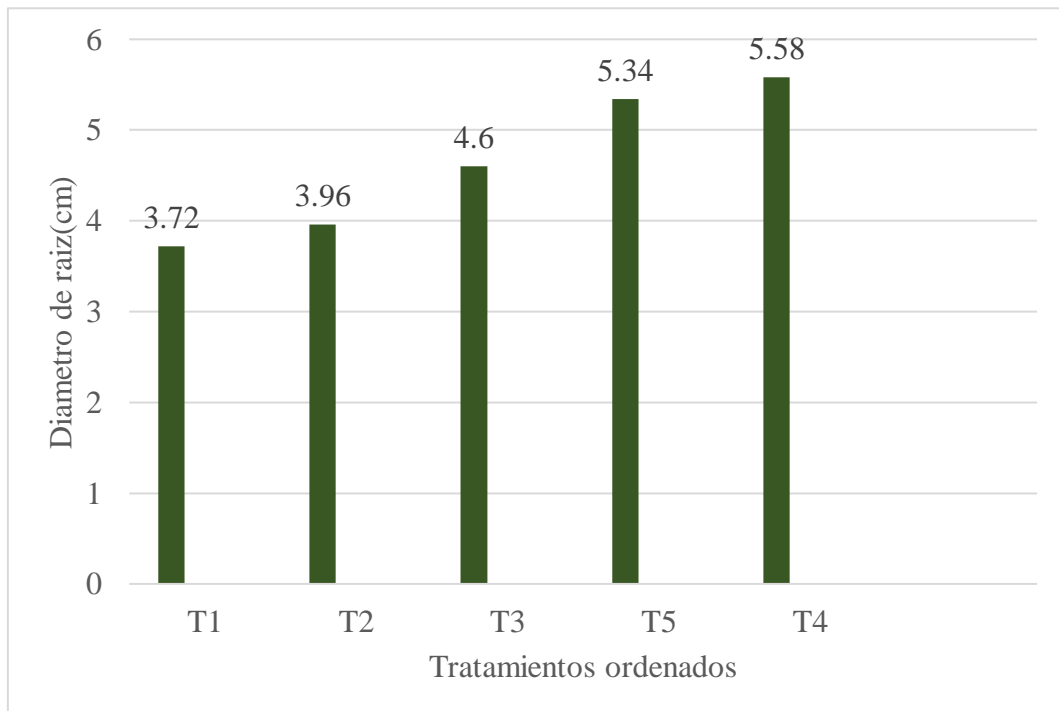
**** Altamente significativo, NS No Significativo.**

$$CV = 15.14\%; \bar{x} = 4.67$$

Observando el cuadro de análisis de variancia; el F calculado al 95% y 99% no es significativo en lo que respecta a bloques y a tratamientos; en cuanto al diámetro de raíces del cultivo de zanahoria no hay diferencias; sin embargo, observando las medias se aprecia diferencias leves entre los tratamientos; como se puede apreciar en el siguiente gráfico.

Gráfico 5

Diámetro promedio de raíces.



$$T_1 = 3.72$$

$$T_2 = 3.96$$

$$T_3 = 4.60$$

$$T_5 = 5.34$$

$$T_4 = 5.58$$

En el gráfico 6 se aprecia la variación del diámetro de raíces de zanahoria de cada uno de los tratamientos considerados; siendo el que el tratamiento T₄ (5.58) es que alcanza mayor diámetro.

Tabla 17

Producción de zanahoria por lámina de riego aplicada; según tratamientos.

Tratamiento	Lamina pretratamiento (mm)	Lamina Aplicada (mm)	Lámina total Incluido 5% pérdidas (mm)	Producción t ha-1
1	214.79	100.00	331.00	11.58
2	214.79	150.00	383.00	17.14
3	214.79	200.00	436.00	19.86
4	214.79	250.00	493.00	26.79
5	214.79	300.00	541.00	17.95

Elaboración propia.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De las evaluaciones hechas se puede concluir que; en el presente trabajo de investigación la lámina de riego correspondiente al tratamiento T₄ (25 mm); se obtuvo el mejor resultado alcanzando 26.79 t ha⁻¹ en contraste con las otras láminas de riego que no dieron resultados expectantes.

Referente a las condiciones ambientales que se presentaron durante el periodo vegetativo del cultivo de zanahoria fueron aceptables.

Se ha determinado que la lámina de agua por campaña agrícola del cultivo de zanahoria es de 493.0 mm ha⁻¹. En todo el experimento se pudo utilizar un volumen total de 24.72 m³ de agua desde la instalación del experimento hasta la cosecha. Cuyo periodo vegetativo fue de 97 días.

Con respecto a las características agronómicas de la producción del cultivo de zanahoria; como altura de planta, longitud de raíz y diámetro de raíz; no existe diferencias estadísticas.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda repetir el experimento de zanahoria en la localidad de Huambocancha Baja; con la finalidad de optimizar el recurso hídrico y así ampliar la productividad agrícola.

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFIA

- Agustín A. Millar (1993). *Manejo de Agua y Producción Agrícola*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Universidad de Concepción (Chile) Facultad de Ingeniería Agrícola. 556P.
- Alanoca Espejo, Juan Carlos. (2005). Tesis. *Producción de zanahoria (Daucus carota L) bajo riego por cintas de aspersion con tres niveles de humedad y dos niveles de fertilización. Comunidad de Mantecani, provincia Aroma*. La Paz - Bolivia .125p.
- Arias Jiménez, Ana Cecilia. (2001). *Suelos Tropicales*. Editorial Universidad Estatal a Distancia .1° Ed. San José Costa Rica.188p.
- Benites Castro, Carlos A. (...). *Sistemas Hidráulicos de Riego. Diseño y Construcción*. Ed. (...). Arequipa, Talleres del Centro de Artes Gráficas de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.699p.
- Chantal de Rosamel. (2019). *Las Zanahorias. Cultivo, Cuidado y Consejos Prácticos* .40p
- Cotto Aguilar, Yois Manuel. (2016). Tesis *Evaluación de cuatro láminas de riego sobre el rendimiento del cultivo de zanahoria "Daucus carota L" en la zona de Babahoyo*. Los Ríos – Ecuador. 36p.
- Fuentes Yague, José (2003). *Técnicas de Riego*. Madrid España 4^{ta} Edición. 483p.
- Guamán Lupercio, Miguel, Peralta Cornejo Claudio. (1993). Tesis *Determinación de la lámina real de riego para cultivos de col, cebolla y zanahoria en condiciones de producción*. Universidad de Cuenca.200p.

- Monsalve Sáenz, German. (1999). *Hidrología en la Ingeniería*. 2ª Ed. Santa Fe de Bogotá. 382p.
- Patiño Siguencia, Agustín. (1987). Tesis. *Determinación de la lámina y periodo óptimo de riego en zanahoria (Daucus carota L.) en la localidad de Macaji*. Escuela Politécnica del Chimborazo Riobamba -Ecuador. 125p
- Saavedra del Real, Gabriel. (...). *Zanahoria*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA – Carillanca. Chile. Boletín Inía 411. 49 p
- Suasnabar Astete, Carlos, Torres Suarez, Gilberto. (2022). *Fitosanidad del cultivo de zanahoria*. Universidad Nacional del Centro del Perú. 90p.
- Tapia Delgado, Josué. (2021). Tesis. *Respuesta del Cultivo de zanahoria (Daucus carota L.) a diferentes láminas de riego en el valle de Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca. 73p.
- Tinoco Azanza, Víctor Alfonso. (2020). Trabajo Experimental *Efecto de la densidad Poblacional en Parámetros Morfológicos y Agronómicos de la zanahoria (Daucus carota L) en la Granja Santa Inés*. Machala .76p.
- Poma Rojas, Wilfredo. (2008). *Edafología*. Cajamarca. 67p.
- Villon Béjar, Máximo. (2005). Instituto Tecnológico de Costa Rica. *Escuela de Ingeniería Agrícola. Diseño de Estructuras Hidráulicas*. 2ª Ed. Lima. Villon. 188p.

ANEXOS

Tabla 18

Coefficiente del Cultivo Kc para diferentes especies y de acuerdo a los porcentajes de Crecimiento según HARGREAVES.

% Crecimiento	A	B	C	D	E	F	G	H
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.20	0.15	0.12	0.08	1.00	0.60	0.55	0.90
10	0.36	0.27	0.22	0.15	1.00	0.60	0.60	0.92
15	0.50	0.38	0.30	0.19	1.00	0.60	0.65	0.95
20	0.64	0.48	0.38	0.27	1.00	0.60	0.70	0.98
25	0.75	0.56	0.45	0.33	1.00	0.60	0.75	1.00
30	0.84	0.73	0.50	0.40	1.00	0.60	0.80	1.03
35	0.92	0.69	0.55	0.46	1.00	0.60	0.85	1.06
40	0.97	0.73	0.58	0.52	1.00	0.60	0.90	1.08
45	0.99	0.74	0.60	0.58	1.00	0.60	0.95	1.10
50	1.00	0.75	0.60	0.65	1.00	0.60	1.00	1.10
55	1.00	0.75	0.60	0.71	1.00	0.60	1.00	1.10
60	0.99	0.74	0.60	0.77	1.00	0.60	1.00	1.10
65	0.96	0.72	0.58	0.82	1.00	0.60	0.95	1.10
70	0.91	0.68	0.55	0.88	1.00	0.60	0.90	1.05
75	0.85	0.64	0.51	0.90	1.00	0.60	0.85	1.00
80	0.75	0.56	0.45	0.90	1.00	0.60	0.80	0.95
85	0.60	0.45	0.36	0.80	1.00	0.60	0.75	0.90
90	0.46	0.35	0.28	0.70	1.00	0.60	0.70	0.85
95	0.28	0.21	0.17	0.60	1.00	0.60	0.55	0.80
100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Hidrología Agrícola XI Curso Internacional de Ingeniería de Regadíos. Madrid – España. 1982.

Grupo de cultivos:

A: Frijol, Maíz, Algodón, Papa, Remolacha, Tomate; **B:** Olivo, Durazno, Ciruelo, Nogal, Frutales Caducifolios; **C:** Hortalizas, Vid, Almendros; **D** Espárragos, Cereales; **E:** Pastos, Trébol, Cultivos de Cobertura; **F:** Naranja, Limón, Toronja, Cítricos; **G:** Caña de Azúcar, Alfalfa; **H:** Arroz.

Tabla 19

Profundidad de raíces, fracción del agua del suelo disponible(p).

Cultivo	Profundidad de raíces(m)	Fracción (p)de agua disponible en el suelo
Alfalfa	1.0-2.0	0.55
Banana	0.5-0.9	0.35
Cebada 2	1.0-1.5	0.55
Frijol 2	0.5-0.7	0.45
Remolacha	0.6-1.0	0.50
Col	0.4-0.5	0.45
Zanahoria	0.5-1.0	0.35
Apio	0.3-0.5	0.20
Cítricos	1.2-1.5	0.50
Trébol	0.6-0.9	0.35
Cacao		0.20
Algodón	1.0-1.7	0.65
Pepino	0.7-1.2	0.50
Dactiles	1.5-2.5	0.50
Frutales caducifolios	1.0-2.0	0.50
Lino 2	1.0-1.5	0.50
Granos peque 2	0.9-1.5	0.60
Granos invierno 2	1.5-2.0	0.60
Vid	1.0-2.0	0.35
Pastos	0.5-1.5	0.50
Maní	0.5-1.0	0.40
Lechuga	0.3-0.5	0.30
Maíz 2	1.0-1.7	0.60

Fuente: “Sistemas Hidráulicos de Riego, Diseño y Construcción”

Tabla 20

Necesidades Hídricas de Uso máximo de agua por cultivo.

Cultivo	cm/día
Alfalfa	0.68 - 0.89
Maíz	0.35 - 0.63
Algodón	0.68 - 0.79
Gramíneas	0.38-0.53
Vid	0.48
Cítricos	0.33 - 0.53
Frutales	0.56
Pastos	0.74 - 0.81
Papa	0.63 - 0.74
Tomate	0.51
Hortalizas	0.51- 0.66

Fuente: "Sistemas Hidráulicos de Riego, Diseño y Construcción".

INFORME DE ENSAYO
N° 08600-23/SU/ LABSAF - BAÑOS DEL INCA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : GOMER VARGAS CUEVA
 Propietario / Productor : GOMER VARGAS CUEVA
 Dirección del cliente : HUAMBOCANCHA BAJA - CAJAMARCA
 Solicitado por : Cliente
 Muestreado por : Cliente
 Número de muestras : 01 muestras
 Producto declarado : Suelo Agrícola
 Presentación de las muestras(s) : Bolsa de plástico oscura
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente
 Procedencia de muestra(s) : HUAMBOCANCHA BAJA / CAJAMARCA / CAJAMARCA / CAJAMARCA
 Fecha(s) de muestreo : 10/08/2023
 Fecha de recepción de muestra(s) : 10/08/2023
 Lugar de ensayo : Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliaves - LABSAF Baños del Inca
 Fecha(s) de análisis : 11/08/2023
 Cotización del servicio : 264-23-B1
 Fecha de emisión : 29/08/2023

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6	7	8
Código de Laboratorio	SU749-BI-23							
Matriz Analizada	Suelo							
Fecha de Muestreo	10/08/2023							
Hora de Inicio de Muestreo (h)	08:00							
Condición de la muestra	Conservada							
Código de identificación de la Muestra por el Cliente	-							
Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
pH	unid. pH	0,1	6,5					
Acidez intercambiable (**)	(Cmol/Kg)	-	-					
Aluminio (**)	(Cmol/Kg)	-	-					
Carbonatos (**)	%	-	1,0					
Materia Orgánica	%	0,1	4,0					
Fósforo (**)	ppm	-	85,50					
Potasio (**)	ppm	-	343,5					
Conductividad Eléctrica	mS/cm	0,1	10,7					
Análisis de Textura								
Arena (**)	%	-	40					
Limo (**)	%	-	24					
Arcilla (**)	%	-	36					
Clase textural (**)	-	-	Franco					
Parámetros hídricos								
Capacidad de campo (**)	%	-	20,65					
Punto de marchitez (**)	%	-	11,36					
Agua disponible (**)	%	-	9,30					
Densidad aparente (**)	g/m ³	-	1,35					

INFORME DE ENSAYO
N° 08600-23/SU/ LABSAF - BAÑOS DEL INCA

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4 2004 Soil and waste pH
Conductividad Eléctrica	ISO 11265, First Edition, 1994. Soil Quality. Determination of the Specific Electrical Conductivity
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.1.9 AS-09 2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos
Acidez intercambiable	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 Segunda Sección (31 de Diciembre 2002) ítem 7.3.29 AS-33 2000. Determinación de la Acidez y Aluminio Intercambiable
Carbonatos	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 Segunda Sección (31 de Diciembre 2002) ítem 7.3.25 AS-29 2000. Determinación de Carbonatos de Calcio
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.1.7 AS-07 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Fósforo	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.1.12 AS-12 2000. Determinación de Fósforo (Validado)
Potasio	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.1.7 AS-07 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Kjeldahl

IV. CONSIDERACIONES

Pro Suelos y Aguas

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido solo para el producto mencionado anteriormente
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C
- (*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.
- (**) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA.
- (***) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA, debido a que la muestra no es idónea para el ensayo.

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: M. Sc. Marieta Cervantes Penalta - Responsable del Laboratorio del LABSAF Baños del Inca.

FIN DE INFORME DE ENSAYO



Firmado digitalmente por:
CABRERA HOYOS Hector
Antonio FAU 20131365934 soft
Activo: Day V° B°
Fecha: 31/08/2023 12:30:51-0500

INTERPRETACIONES DE RESULTADOS DE ANALISIS

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN VALOR DE PH

pH	Evaluación	Efectos
< 5.0	Fuertemente ácido	Condiciones muy desfavorables.
5.1 - 6.5	Moderadamente ácido	Deficiente asimilación de algunos elementos
6.6 - 7.3	Neutro	Efectos tóxicos mínimos
7.4 - 8.5	Mediamente alcalino	Existencia de carbonato cálcico. Deficiente asimilación de algunos nutrientes
> 8.5	Alcalino	Presencia de carbonato sódico. Poca asimilación de algunos nutrientes

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN EL VALOR DE LA CONDUCTIVIDAD (CE)

CLASIFICACION	CE (ms/m)	Efectos
Normal	< 100	Efecto despreciable de la salinidad. No existe restricción para ningún cultivo, aunque algunos cultivos muy sensibles pueden ser afectado en sus rendimientos.
Muy ligeramente salino	110 - 200	Los rendimientos de cultivos sensibles pueden verse afectados en sus rendimientos.
Moderadamente salino	210 - 400	Los rendimientos de cultivos pueden verse afectados en sus rendimientos.
Suelo salino	410 - 800	El rendimiento de casi todos los cultivos se ve afectado por esta condición de salinidad.
Fuertemente salino	810 - 160	Solo los cultivos muy resistentes a la salinidad pueden crecer en estos suelos.
Muy fuertemente salino	> 160	Prácticamente ningún cultivo convencional puede crecer económicamente en estos suelos.

Nota: 1 dS/m = 100 ms/m

MATERIA ORGANICA

Clasificación	%MO
Muy Bajo	< 0.5
Bajo	0.6 - 1.5
Medio	1.6 - 3.5
Alto	3.6 - 6.0
Muy Alto	> 6.0

FÓSFORO

Clasificación	mg/kg de P
Bajo	< 5.5
Medio	6.5 - 11
Alto	> 11

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

Clasificación	CIC (Cmol/kg suelo)	Efectos
Muy Bajo	< 5.0	Suelo muy pobre
Bajo	5.0 - 15	Suelo pobre
Medio	15 - 25	Suelo medio
Alto	25 - 40	Suelo rico
Muy Alto	> 40	Suelo muy rico

Nota: 1 Cmol/kg = meq/100 g

CATIONES INTERCAMBIABLES (Ca, Mg, K Cmol/kg)

Clase	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Potasio (K)
Muy Bajo	< 2.0	< 0.5	< 0.2
Bajo	2.0 - 5.0	0.5 - 1.3	0.2 - 0.3
Medio	5.0 - 10	1.3 - 3.0	0.3 - 0.5
Alto	> 10	> 3.0	> 0.5

Nota: 1 Cmol/kg = meq/100 g

SATURACION DE BASES CAMBIABLES

Calificativo	Saturación de Bases (%)	Efectos
Bajo	< 35	Suelo muy ácido. Aconsejable una enmienda caliza.
Medio	35 - 60	Suelo medio. Su riqueza dependerá de la CIC.
Alto	> 60	Suelo neutro a alcalino. Suelo saturado en bases.

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002)



Firmado digitalmente por:
CABRERA HOYOS Hector
 Antonio FAU 20131385984 soh
 Aditivo: Dey_V_B
 Fecha: 31/09/2023 12:40:03-02



Instituto Nacional de Innovación Agraria



RECOMENDACIONES

Código de Muestra	Cultivo a Instalar	Cantidades de Nutriente Kg/Ha			Cantidades en Tn/Ha	
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL	ESTIERCOL
SU749-BI-23	ZANAHORIA	95	0	20	--	2,00

PLAN DE FERTILIZACION QUIMICA

Primera Fertilización Kg/Ha - Siembra	
Urea	
Fosfato Diamonico	
Sulfato de Potasio	

Programa de Fertilización	Siembra	Aporque
N		
P205		
K2O		

Segunda Fertilización Kg/Ha - Aporque	
Urea	

Fuente	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Azufre
Urea				

PLAN DE ABONO ORGANICO	
Abonamiento Kg/Ha - Siembra	
Incorporar Materia Organica Procesada	

COMENTARIOS:



Firmado digitalmente por:
 CARRERA HOYOS Hector
 Antonio FAU 20191966004 sort
 Metodo: Dey V B
 Fecha: 3/09/2023 12:40:12-0500

Imagen 1

Lavado de raíces.



Imagen 2

Cosecha de raíces.



Imagen 3

Cultivo en desarrollo.



Imagen 4

Deshierbo y colocado de cerca del área experimental.

