

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ZANAHORIA (*Daucus carota*) CON TRES DOSIS
Y TRES MOMENTOS DE APLICACIÓN DE NUTRIGAL SAPHI ROOT EN CHOTA**

T E S I S

Para Optar el Título Profesional de:
INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por el Bachiller
JOSÉ DENIS BENAVIDES GÁLVEZ

Asesor:
Dr. ISIDRO RIMARACHÍN CABRERA

CAJAMARCA – PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. **Investigador:** José Denis Benavides Gálvez
DNI: 47605907
Escuela Profesional/Unidad UNC: Agronomía
2. **Asesor:** Dr. Isidro Rimarachín Cabrera
Facultad/Unidad UNC: 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:** RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ZANAHORIA (*Daucus carota*) CON TRES DOSIS Y TRES MOMENTOS DE APLICACIÓN DE NUTRIGAL SAPHI ROOT EN CHOTA
6. **Fecha de evaluación:** 09/09/2024
7. **Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 16%
9. **Código Documento:** oid:3117:379609423
10. **Resultado de la Evaluación de Similitud:** 16 %
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 19/09/2024

Firma y/o Sello
Emisor Constancia



DR. ISIDRO RIMARACHÍN CABRERA
26676820



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 veintiséis días del mes de agosto 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° 310-2024-FCA-UNC, de fecha 17 de julio del 2024**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: "**RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ZANAHORIA (*Daucus carota*) CON TRES DOSIS Y TRES MOMENTOS DE APLICACIÓN DE NUTRIGAL SAPHI ROOT EN CHOTA**", realizada por el Bachiller **JOSÉ DENIS BENAVIDES GÁLVEZ** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las once horas y quince 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. Wilfredo Poma Rojas
PRESIDENTE

MBA Ing. Santiago Demetrio Medina Miranda
SECRETARIO

Ing. José Lizandro Silva Mego
VOCAL

Dr. Isidro Rimarachín Cabrera
ASESOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia principalmente a mis padres que me apoyan en todo momento, gracias por haberme enseñado a poner empeño en cada desafío que me he propuesto alcanzar.

También quiero dedicarle este trabajo a mi esposa Yovani, por su compañía, esfuerzo y amor, gracias por haberme dado ánimo cuando las cosas no iban tan bien y por ayudarme a buscar las soluciones a los problemas que me ha generado este trabajo, ella trabajó conmigo de inicio a fin y me ayudó a alcanzar equilibrio y poder culminar mi trabajo con éxito.

Además, quiero dedicar este trabajo a mi hija Siaha, su llegada a mi vida fue lo que me motivó a realizar este trabajo, dándome ánimo y esperanza a pesar de su corta edad, me enseñó que el tiempo pasa rápido y si no actuamos a tiempo pronto ya será tarde. Ella llegó justo a tiempo y me dio el empujón para realizar mi proyecto.

AGRADECIMIENTO

En principal agradecimiento a Dios quien me ha guiado por el camino del bien y su gracia y misericordia es la que me sostiene en todo momento y circunstancia.

A mi familia por su comprensión y apoyo constante a lo largo de mis estudios y posteriormente en la realización de mi proyecto de tesis.

A todas las personas que de una u otra forma se involucraron conmigo en la realización de este trabajo.

Y a todos mis docentes de la EPA por haber compartido sus conocimientos a lo largo de mi preparación profesional, de manera especial a mi asesor de proyecto de investigación quien con su paciencia y comprensión me acompañó a alcanzar uno de mis sueños anhelados.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Formulación del problema	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos	4
1.5. Hipótesis.....	5
CAPITULO II.....	6
REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1. Antecedente.....	6
2.2. Bases teóricas	9
2.2.1 Aspectos generales de la zanahoria	9
A. Botánica y características generales de la zanahoria (<i>Daucus carota</i>).	9
B. Importancia económica y alimentaria del cultivo de zanahoria en el Perú.	10
2.2.2 Bioestimulantes.....	10
A. Tipos de bioestimulantes.....	11
B. Mecanismos de acción de los Bioestimulante.....	12
2.2.3 Macro y micronutrientes en nutrición vegetal	13
2.2.4 Nutrigal Saphi Root	15
2.2.5 Factores medioambientales que influyen en el rendimiento del cultivo de zanahoria.....	15
2.3. Definición de términos	17

CAPITULO III.....	18
MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1. Materiales	19
3.2. Metodología	19
3.2.2. Diseño del campo experimental.....	20
3.2.3. Labores culturales	23
3.2.4. Evaluación de características agronómicas.....	25
CAPITULO IV.....	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1. Rendimiento de zanahoria.....	27
4.2. Longitud de raíces	32
4.3. Diámetro de raíces.....	37
4.4. Peso de raíces	41
4.5. Altura de planta de zanahoria.....	46
CAPITULO V	51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
5.1. Conclusiones	51
5.2. Recomendaciones.....	52
CAPITULO V	53
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	53
ANEXOS	62

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Tratamientos en estudio.	21
Tabla 2 Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento.	27
Tabla 3 Prueba de Tukey para los efectos independientes de cada factor en el rendimiento de zanahoria.	29
Tabla 4 Prueba de Tukey para el efecto de los tratamientos en el rendimiento de la zanahoria (kg/ha).	30
Tabla 5 Análisis de varianza (ANOVA) para la longitud de raíz.	33
Tabla 6 Prueba de Tukey para el efecto de los tratamientos en la longitud de raíz de la zanahoria (cm).	34
Tabla 7 Análisis de varianza (ANOVA) para el diámetro de raíz.	37
Tabla 8 Prueba de Tukey para el efecto de los tratamientos en el diámetro de raíz de la zanahoria (cm).	39
Tabla 9 Análisis de varianza (ANOVA) para el peso de raíz.	42
Tabla 10 Prueba de Tukey para el efecto de los tratamientos en el peso de raíz de la zanahoria (cm).	43
Tabla 11 Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta.	46
Tabla 12 Prueba de Tukey para los efectos independientes de cada factor en la altura de plantade zanahoria.	48
Tabla 13 Prueba de Tukey para el efecto de los tratamientos en la altura de planta de zanahoria.	49
Tabla 14 Evaluación del rendimiento (kg).	63
Tabla 15 Evaluación de la longitud de raíz (cm).	63
Tabla 16 Evaluación del diámetro de raíz (cm).	64
Tabla 17 Evaluación del peso de raíz (kg).	64
Tabla 18 Evaluación de altura de planta (cm).	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de ubicación.....	18
Figura 2 Distribución de tratamientos.	22
Figura 3 Medias del rendimiento de rendimiento de la zanahoria (kg/ha).	30
Figura 4 Medias de la longitud de raíz de rendimiento de la zanahoria (cm).....	35
Figura 5 Longitud de raíz según la dosis del bioestimulante y el Momento de aplicación (días)	36
Figura 6 Medias del diámetro de raíz de rendimiento de la zanahoria (cm).	39
Figura 7 Diámetro de raíz según la dosis del bioestimulante y el momento de aplicación (días).	40
Figura 8 Medias del peso de raíz de rendimiento de la zanahoria (cm).	44
Figura 9 Peso de raíz según la dosis del bioestimulante y el Momento de aplicación (días).	45
Figura 10 Medias de la altura de planta de zanahoria.....	49
Figura 11 Resultados del análisis de laboratorio	62
Figura 12 Preparación de terreno.....	65
Figura 13 Distribución de tratamientos.	66
Figura 14 Germinación.	66
Figura 15 Preparación de tratamientos.	66
Figura 16 Aplicación de tratamientos.....	67
Figura 17 Aplicación de herbicida.....	67
Figura 18 Cultivo a los 40 días.	67
Figura 19 Evaluación de rendimiento.....	68
Figura 20 Rendimiento por m ²	68
Figura 21 Evaluación del peso de raíz.	68
Figura 22 Evaluación del diámetro de la raíz.	69
Figura 23 Evaluación de altura de planta.....	69

RESUMEN

El problema de la siguiente investigación es ¿Cuál es el efecto en el rendimiento del cultivo de zanahoria (*Daucus carota*) que genera la aplicación de Nutrigal Saphi Root en tres dosis y tres momentos diferentes?. Teniendo como objetivo principal determinar cómo la cantidad (dosis) y el tiempo (momento) de aplicación del bioestimulante Nutrigal Saphi Root influyen en la productividad del cultivo de zanahoria. Se utilizó un diseño factorial de bloques completamente al azar con 9 tratamientos (combinación de tres dosis: 30, 60 y 90 ml, y tres momentos de aplicación: 30, 60 y 90 días más un testigo (sin aplicación), sumando 10 parcelas experimentales por bloque. Los resultados mostraron que la aplicación de Nutrigal Saphi Root mejoró significativamente el rendimiento y la calidad del cultivo, con la dosis óptima de 90 ml aplicada a los 60 días después de la siembra, logrando el mayor rendimiento (82,491.89 kg/ha) y los mejores resultados en longitud, diámetro, peso de raíz y altura de planta con 15.3 cm, 8.45 cm, 98.25 g y 47.29 cm, respectivamente. El testigo tuvo los valores más bajos en todos los parámetros, confirmando la efectividad del bioestimulante. Concluyéndose que la aplicación del bioestimulante Nutrigal Saphi Root 90 ml/mochila a los 60 días después de la siembra es más efectivo para maximizar tanto el rendimiento como la calidad de las zanahorias.

Palabras Clave: Rendimiento, zanahoria, Nutrigal Saphi Root, momentos de aplicación.

ABSTRACT

The problem of the following research is: ¿What is the effect on carrot (*Daucus carota*) crop yield generated by the application of Nutrigal Saphi Root at three different doses and three different times? The main objective was to determine how the amount (dose) and time (moment) of application of the biostimulant Nutrigal Saphi Root influence the productivity of the carrot crop. A completely randomized block factorial design was used with 9 treatments (combination of three doses: 30, 60 and 90 ml, and three application times: 30, 60 and 90 days plus a control (no application), totaling 10 experimental plots per block. The results showed that the application of Nutrigal Saphi Root significantly improved yield and crop quality, with the optimum dose of 90 ml applied 60 days after planting, achieving the highest yield (82,491.89 kg/ha) and the best results in length, diameter, root weight and plant height with 15.3 cm, 8.45 cm, 98.25 g and 47.29 cm, respectively. The control had the lowest values in all parameters, confirming the effectiveness of the biostimulant. It was concluded that the application of the biostimulant Nutrigal Saphi Root 90 ml/bag at 60 days after planting is more effective in maximizing both yield and quality of carrots.

Key words: Yield, carrot, Nutrigal Saphi Root, application timing.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El cultivo de zanahoria (*Daucus carota*) es relevante tanto en términos económicos como nutricionales y comerciales. Su importancia se debe, en parte, a su notable capacidad de adaptación a diversos entornos, lo que ha incrementado su presencia en el mercado actual.

El cultivo de zanahoria (*Daucus carota*) se ha convertido en un pilar fundamental de la agricultura mundial, destacando por su amplia distribución geográfica, su significativo valor económico y su innegable importancia nutricional (Sosa, 2019). A escala global, la producción de zanahorias alcanzó cifras de 40 millones de toneladas en el año 2020 (Palacio, 2020). Este cultivo, perteneciente a la familia de las Umbelíferas, no solo representa una fuente vital para la seguridad alimentaria mundial, sino que también desempeña un papel crucial en el sustento y la subsistencia de millones de personas en todo el planeta (Espinoza et al., 2021).

En el Perú, durante el año 2020, se cosecharon aproximadamente 7,617 hectáreas de zanahoria, lo que resultó en una producción total de 192,126 toneladas; el rendimiento promedio fue de 25.2 toneladas por hectárea; la zanahoria es una hortaliza importante en el país y se cultiva principalmente en los valles de la costa y la sierra; los departamentos productores clave incluyen Arequipa, Lima, Junín, Cusco y La Libertad; este cultivo no solo contribuye a la economía, sino también a la generación de empleo en las áreas rurales, ya que gran parte de las labores culturales se realizan manualmente, empleando entre 60 a 80 jornales por hectárea (Agraria, 2021).

En Cajamarca, la producción de zanahorias se enfrenta a diversos desafíos que requieren una atención cuidadosa; entre estos desafíos se encuentran la necesidad imperante de mejorar los rendimientos por unidad de superficie y la calidad del producto final; en este contexto, el empleo de prácticas agrícolas innovadoras y el uso estratégico de fertilizantes y nutrientes específicos emergen como herramientas vitales para impulsar la productividad y la rentabilidad del cultivo de zanahoria en esta región (Tapia, 2021).

El presente estudio se centra en abordar este desafío al evaluar el impacto de diferentes dosis y momentos de aplicación de Nutrigal Saphi Root en el rendimiento del cultivo de

zanahoria en la provincia de Chota región Cajamarca. Al brindar una perspectiva científica y práctica, este estudio aspira a enriquecer el conocimiento en el campo de la agronomía y proporcionar a los agricultores locales información esencial para mejorar sus prácticas de manejo del cultivo y optimizar la producción de zanahorias en esta destacada región agrícola del norte de Perú.

1.1. Descripción del problema

A nivel mundial, la seguridad alimentaria se enfrenta a desafíos significativos debido al crecimiento demográfico continuo y los efectos del cambio climático, se estima que más de 820 millones de personas en el mundo padecen hambre crónica, mientras que la demanda de alimentos sigue aumentando (Pérez, 2018).

La degradación de los suelos y la escasez de recursos hídricos plantean amenazas adicionales para la producción agrícola; aproximadamente el 33 % de los suelos del mundo están degradados debido a la erosión, la salinización, la acidificación y otros procesos, lo que reduce la capacidad de los sistemas agrícolas para sostener cultivos saludables (Andrade, 2017).

En Perú, la agricultura enfrenta desafíos relacionados con la eficiencia y la sostenibilidad; aproximadamente el 20 % de la población peruana vive en zonas rurales y depende directamente de la agricultura para su subsistencia; sin embargo, la productividad agrícola en muchas regiones del país sigue siendo baja debido a la falta de acceso a tecnologías modernas, prácticas agrícolas ineficientes y limitaciones en la disponibilidad de recursos hídricos y nutrientes para las plantas (Bustíos, et al., 2013).

En Cajamarca, una región dedicada principalmente a actividades agrícolas ubicada en el norte peruano, los productores de cultivos como la zanahoria y otros productos agrarios se ven confrontados a retos particulares; esta zona se encuentra restringida por un acceso limitado a tecnologías modernas aplicadas al sector agropecuario, prácticas deficientes en el manejo de suelos y una infraestructura agrícola insuficientemente desarrollada; estas circunstancias dificultan que los agricultores de la región puedan optimizar los rendimientos de sus cosechas y, por consiguiente, mejorar su calidad de vida (Instituto Peruano de Economía [IPE], 2022).

Los productores agrícolas de la zona de Chota enfrentan desafíos adicionales derivados de la carencia de conocimientos y capacitación en prácticas agroecológicas sostenibles, así como en el uso eficiente de fertilizantes y nutrientes, esta situación conlleva una baja productividad y rentabilidad en los cultivos; ante los desafíos y limitaciones previamente expuestas, la presente investigación se plantea con el objetivo de abordar la necesidad de mejorar la productividad y sostenibilidad del cultivo de zanahoria en la provincia de Chota; a través del estudio de los efectos de distintas dosis y momentos de aplicación del fertilizante Nutrigal Saphi Root, se busca proporcionar información científica y práctica que permita a los agricultores locales optimizar sus técnicas agrícolas, incrementar los rendimientos de sus cosechas y mejorar su calidad de vida; asimismo, se pretende contribuir al conocimiento científico en el campo de la agronomía y promover prácticas agrícolas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de Nutrigal Saphi Root en tres dosis y tres momentos diferentes en el rendimiento del cultivo de zanahoria (*Daucus carota*)?

1.3. Justificación

Ante la creciente demanda de alimentos como el consumo de zanahoria, especialmente al interior de la región Cajamarca, donde la agricultura desempeña un papel crucial en la economía y el sustento de la población local. La zanahoria, como cultivo importante en la región, no solo constituye una fuente de ingresos para los agricultores, sino que también es un componente vital de la dieta local, proporcionando nutrientes esenciales para la salud de la población.

La presente investigación responde a la necesidad de mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de la producción de zanahoria en Chota; la aplicación de Nutrigal Saphi Root en diferentes dosis y momentos representa una estrategia potencial para optimizar el rendimiento del cultivo, reducir los costos de producción y mejorar la calidad de los productos agrícolas. Al proporcionar orientación específica sobre la dosificación y el momento adecuado de aplicación de este bioestimulante, la investigación busca empoderar a los agricultores locales, equipándolos con herramientas y conocimientos prácticos para mejorar sus prácticas agrícolas y aumentar su resiliencia frente a los desafíos del entorno agrícola.

Además, la investigación tiene implicaciones sociales importantes al abordar directamente la seguridad alimentaria y el bienestar de la población local. Al mejorar la productividad y la calidad del cultivo de zanahoria, se contribuye a garantizar el acceso a alimentos nutritivos y a precios asequibles para la comunidad. Esto no solo beneficia la salud y el bienestar de los habitantes de Chota, sino que también fortalece la cohesión social y la resiliencia comunitaria al reducir la dependencia de fuentes externas de alimentos.

Desde una perspectiva científica, la investigación representa un avance en el conocimiento sobre el uso de bioestimulantes en la agricultura, especialmente en el contexto específico del cultivo de zanahoria en Chota. Los resultados obtenidos no solo contribuirán a llenar brechas de conocimiento existentes, sino que también servirán como base para investigaciones futuras y el desarrollo de prácticas agrícolas más sostenibles y eficientes en la región y más allá. En última instancia, esta investigación busca no solo mejorar la producción agrícola en Chota, sino también promover un desarrollo agrícola integral y sostenible que beneficie a la comunidad en su conjunto.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de tres dosis del bioestimulante Nutrigal Saphi Root y de tres momentos de aplicación en el rendimiento de zanahoria (*Daucus carota*).

1.4.2. Objetivos específicos

Evaluar el efecto de tres diferentes dosis de Nutrigal Saphi Root (30, 60 y 90 ml) en el rendimiento del cultivo de zanahoria en la Provincia de Chota.

Determinar el impacto de tres momentos de aplicación de Nutrigal Saphi Root (30, 60 y 90 días) en el rendimiento del cultivo de zanahoria en la Provincia de Chota.

Analizar la influencia de las diferentes dosis y momentos de aplicación de Nutrigal Saphi Root en la calidad de las zanahorias cosechadas, considerando parámetros como rendimiento, longitud de raíz, diámetro de raíz, peso de raíz, altura de planta.

1.5. Hipótesis

La aplicación de Nutrigal Saphi Root en diversas dosis y momentos de aplicación ejerce una influencia significativa en el incremento del rendimiento del cultivo de zanahoria (*Daucus carota*) en la provincia de Chota.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedente

Quijano (2022) investigando la “*Fertilización química y biofertilización biol en el rendimiento del cultivo de zanahoria (Daucus carota L.) Var. Royal chantenay*”. Huaraz, Perú. Con el objetivo de evaluar el efecto de la fertilización química y Biofertilización Biol en el rendimiento del cultivo de Zanahoria (*Daucus carota L.*) Var. Royal Chantenay. El diseño experimental utilizado fue el Diseño de Bloque Completamente al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos (T1: Sin aplicación, T2: Biol (3m³ / ha), T3: N (60 kg / ha), T4: N (30 kg / ha) + BIOL (1.5 m³ / ha).) y cuatro bloques. En la investigación se efectuó la evaluación morfológica del cultivo de zanahoria y se recabaron los datos de altura de planta, número de hojas, diámetro de la raíz, longitud de la raíz y el rendimiento. Los resultados de la investigación mostraron que el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento T4 =N (30 kg / ha) + BIOL (1.5 m³ / ha). Alcanzando la altura de planta de 16.9 cm., número de hojas 17 unid., diámetro de la raíz 4.15 cm., longitud de la raíz 15.35 cm. y el rendimiento 16.5 kg / 10.5 m² que equivale a 15,714.3 kg / ha. En cuanto a la rentabilidad económica del cultivo igualmente el T4 fue más rentable con S/. 3,154.76 nuevos soles de utilidad neta.

Sarzuri y Arragan (2021) en su investigación “*Abono orgánico líquido enriquecido y su efecto en el comportamiento agronómico del cultivo de zanahoria (Daucus carota L.)*”. La Paz, Bolivia. Con el objetivo de evaluar el efecto de distintas dosis de abono orgánico líquido enriquecido en diferentes concentraciones, sobre los componentes agronómicos en la producción del cultivo de la zanahoria (*Daucus carota L.*). Se utilizó el Diseño de Bloques al Azar (DBCA) con 4 repeticiones y 4 tratamientos, resultantes de tres dosis de abono líquido enriquecido más el testigo (0%, 10%, 15% y 20%). Los resultados indicaron que no hubo diferencias significativas en la germinación con las distintas dosis; la dosis del 20% logró la mayor altura de planta (38,06 cm), longitud de raíz (13,67 cm), peso de raíz (90,25 g / planta), número de hojas (16 hojas / planta), peso foliar (22,08 Tn / ha) y rendimiento (37,71 Tn / ha), mostrando diferencias significativas con las otras dosis en la mayoría de estos parámetros; la dosis del 15 % obtuvo el mayor diámetro de raíz (3,87 cm), aunque sin diferencias significativas. En cuanto a la relación beneficio/costo, la dosis del 20 % registró el valor más alto (3,62), lo que significa que por cada boliviano invertido se recuperó el boliviano más 2,62

bolivianos adicionales; en general, la dosis del 20 % de abono líquido orgánico enriquecido produjo los mejores resultados agronómicos y económicos en el cultivo de zanahoria.

Morales, (2021) en su trabajo “*Efecto del uso de nanofertilizantes e hidrorretenedores en el cultivo de zanahoria (Daucus carota L.)*”. Cevallos, Ecuador. Con el objetivo efecto del uso de nanofertilizantes e hidrorretenedores en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota L.*) como alternativa de la falta de agua de riego. Se estudió dos factores: El factor A, evaluó el efecto de tres niveles de Nanofertilizantes: 2,5 ml / litro, 5,0 ml / litro y 7,5 ml/litro más un testigo sin aplicación de Nanofertilizantes y el factor B, evaluó el efecto de dos niveles de Hidrorretenedores: 5,0 g /2m² y 10 g/2m², bajo un arreglo combinatorio y un diseño de bloques completamente al azar con 4 repeticiones por tratamiento y un total de 36 parcelas. Los resultados mostraron que la mejor germinación de semillas de zanahoria se obtuvo con N2 y N3, alcanzando 85.02% y 85.86% respectivamente. N3 tuvo la mayor área foliar durante la germinación (N3 cm²), volumen radicular (234.92 cm³) y retenciones de humedad (4.73%, 4.29%, 5.00%) en germinación, desarrollo vegetativo y engrosamiento. N3 también registró los mayores rendimientos de zanahorias gruesas y parejas (120,726.23 kg y 36,603.33 kg) y la menor producción de rechazo (19,427.22 kg). H2 destacó en área foliar (14.90 cm², 53.53 cm², 71.84 cm²), volumen radicular (231.00 cm³), y retención de humedad (5.30%, 4.77%, 5.30%) en las mismas etapas. Los rendimientos más altos de zanahorias gruesas y parejas se obtuvieron en H2 (132,244.33 kg y 42,792.81 kg) con la menor producción de rechazo (19,402.75 kg). Se recomienda usar 7.5 ml/litro de nanofertilizantes y 10 g/2m² de hidrorretenedores debido a los resultados prometedores en todas las variables evaluadas.

Quino (2019) Estudiando “*Efecto de tres biofermentos en el rendimiento de zanahoria (Daucus carota L.) Var. Royal Chantenay en condiciones agroecológicas de Huacrachuco – Huanuco*”. Objetivo de evaluar los efectos de tres tipos de biofermentos en el rendimiento de zanahoria (*Daucus carota L.*) variedad Royal Chantenay. La investigación fue del tipo aplicada y experimental, se utilizó el Muestreo Aleatorio Simple (MAS) y un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 4 bloques y 4 tratamientos, sumando 16 unidades experimentales. Los resultados indicaron que el tratamiento T3 (biofertilizante de Frutas No Cítricas FFJ) obtuvo los mejores resultados en la mayoría de las variables evaluadas logró la mayor longitud de raíz de 19,14 cm, estadísticamente igual que el tratamiento T2 (BF Biol Optimizado) con 18,94 cm; en cuanto al diámetro de raíz, T3 obtuvo el mayor valor de 5,72 cm; para el peso de raíz, T3 con 252,79 g fue estadísticamente igual a T2 (242,02 g) y T1

(biofertilizante de Fishh Maca) con 237,25 g. T3 también alcanzó el mayor peso de raíces por área neta experimental con 5.13 kg y el mayor peso de raíces por hectárea con 42.77 t/ha, superando significativamente a los demás tratamientos; por otro lado, el tratamiento T0 (Testigo) obtuvo los peores resultados en todas las variables evaluadas, con una longitud de raíz de 16.18 cm, diámetro de raíz de 4.93 cm, peso de raíz de 208.21 g, peso de raíces por área neta experimental. de 4.01 kg y peso de raíces por hectárea de 33.44 t/ha.

Zambrana (2018) en su estudio “*Efecto de aplicación de té de estiércol en el cultivo de zanahoria (Daucus carota L.) en la comunidad corpa provincia Ingavi departamento de la Paz*”. La Paz, Bolivia. Con el objetivo de determinar el efecto de dos tipos de té de estiércol en el cultivo de zanahoria a campo abierto en la comunidad de Corpa. Para determinar la variabilidad de los tratamientos de investigación (T1: 4 lts / m² té de estiércol de bovino, T2: 4 lts / m² de té de estiércol de ovino, y T0: con 4 lts agua / m²), en el presente estudio se empleó el diseño experimental completamente al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Los resultados indicaron que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para las variables diámetro de raíz, longitud de raíz y peso de raíz; sin embargo, en la segunda aplicación, los tratamientos T2 (té de estiércol bovino) y T1 (té de estiércol ovino) obtuvieron mayores alturas de planta con 16,6 cm y 16,55 cm respectivamente, superando al testigo T0 con 15,33 cm; aunque sin significancia estadística, el testigo T0 obtuvo los mayores promedios de diámetro de raíz (12.37 cm) y longitud de raíz (13.82 cm), mientras que T1 alcanzó el mayor peso promedio de raíz (117.4 g); en cuanto a rendimientos ajustados, T1 logró 5.81 kg/m², seguido de T2 con 5.01 kg/m² y T0 con 4.95 kg/m²; en el análisis económico, todos los tratamientos resultaron rentables, siendo T0 (testigo) el que obtuvo la mayor relación beneficio/costo de 2.52, seguido de T1 con 1.86 y T2 con 1.61.

Barrientos (2014) en su trabajo de investigación “*Utilización de diferentes dosis de biol en la producción de zanahoria (Daucus carota L.) en el distrito de Pisac – Cusco*”. Con el objetivo de Evaluar el efecto del biol en diferentes dosis aplicados sobre el crecimiento y producción de la zanahoria en el distrito de Pisac. El diseño experimental adoptado fue de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 4 repeticiones de 4 tratamientos (). Los resultados indican que en los componentes de rendimiento en el cultivo de zanahoria existen diferencias estadísticas para alguna de las evaluaciones efectuadas, mientras para otras, no significativas; siendo así para las evaluaciones significativas los valores máximos alcanzados para número de plantas por 0.25 m² es de 236 plantas, siendo este valor para el

tratamiento 3, en longitud de raíz es de 13.2675 cm/planta, siendo este valor para el tratamiento 3; en diámetro de raíz es de 4.4050 cm/planta, siendo este valor para el tratamiento 3 y en peso de raíz es de 80.7799 gr/planta, siendo este valor también para el tratamiento 3.

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Aspectos generales de la zanahoria

A. Botánica y características generales de la zanahoria (*Daucus carota*).

La zanahoria es una hortaliza con el nombre científico *Daucus carota*, que forma parte de la familia de las apiáceas o umbelíferas; se trata de una planta herbácea que requiere dos años para completar su ciclo vital; durante el primer año, desarrolla una roseta de hojas en la base y una raíz principal; en el segundo año, la planta florece y produce semillas, después de lo cual muere (Espinoza, 2020).

Las zanahorias tienen una raíz principal, generalmente de forma cónica o cilíndrica, que es la parte comestible de la planta; esta raíz puede variar en tamaño y color, desde zanahorias pequeñas y redondeadas hasta variedades más grandes y alargadas; el color más común de las zanahorias es el naranja, pero también pueden ser blancas, amarillas, rojas o púrpuras, dependiendo de la variedad (Nina, 2020).

En su fase inicial de crecimiento, la zanahoria presenta hojas de un tono verde oscuro, dispuestas en forma de roseta alrededor de la base de la planta. Estas hojas están divididas en segmentos más pequeños, dándoles una apariencia similar a la de un encaje. Durante el segundo año de su ciclo vital, cuando ocurre la floración, la planta desarrolla tallos florales que pueden alcanzar alturas considerables; en la parte superior de estos tallos se forman umbeladas con flores de color blanco o rosado (Villa, 2012).

En cuanto a su hábitat, la zanahoria prefiere suelos bien drenados y ricos en nutrientes, si bien es capaz de crecer en una variedad de condiciones; se trata de una planta resistente y adaptable, cultivada en diversas regiones del mundo, desde climas templados hasta tropicales, siempre que reciba suficiente luz solar; esta hortaliza es muy común y versátil en la cocina, pudiendo consumirse cruda, cocida, en ensaladas, sopas, guisos o como guarnición de otros platos; además de su uso culinario, las

zanahorias son apreciadas por su valor nutricional, ya que son una fuente importante de vitamina A, antioxidantes y fibra dietética (Amigo, 2018).

B. Importancia económica y alimentaria del cultivo de zanahoria en el Perú.

La zanahoria reviste una gran trascendencia económica y alimentaria en el Perú, tanto a nivel nacional como local; desde una óptica económica, el cultivo de esta hortaliza constituye una actividad agrícola significativa para el país; el Perú se sitúa entre los principales productores de zanahoria de América Latina, con una cuantiosa producción anual que aporta a la economía agrícola nacional; este cultivo genera empleo en las zonas rurales, ya sea en las labores de siembra y cosecha, como en los procesos de comercialización y distribución, contribuyendo así al sustento de numerosas familias dedicadas a la agricultura en todo el territorio peruano (León, 2021).

Asimismo, la zanahoria ostenta una importancia alimentaria fundamental en la dieta peruana, al tratarse de un alimento versátil y nutritivo que se consume en una amplia variedad de platos y preparaciones culinarias en todo el territorio nacional; las zanahorias frescas se utilizan en ensaladas, sopas, guisos, jugos; también pueden cocinarse, asarse, rallarse o ingerirse crudas, lo que la convierte en un ingrediente sumamente versátil dentro de la cocina peruana (Gottau, 2019).

Desde el punto de vista nutricional, las zanahorias constituyen una importante fuente de vitaminas y minerales, especialmente de vitamina A, esencial para la salud visual, la piel y el sistema inmunológico; también aportan antioxidantes, fibra dietética y otros nutrientes que contribuyen a una dieta equilibrada y saludable; dada su disponibilidad y accesibilidad económica, las zanahorias son un alimento básico para muchas familias peruanas, en particular aquellas de bajos ingresos, que dependen de su valor nutricional y bajo costo para satisfacer sus necesidades alimenticias (Sarango, 2023).

2.2.2 Bioestimulantes

Los bioestimulantes son productos agrícolas que contienen sustancias de origen natural, como aminoácidos, péptidos, ácidos húmicos, extractos de algas y microorganismos beneficiosos (Izquierdo, 2022). Gallardo (1998) define a los bioestimulantes como aquellos

productos que poseen la capacidad de incrementar el desarrollo, crecimiento y producción de los vegetales; estos actúan activando el desarrollo de diferentes órganos de la planta, tales como raíces, frutos, hojas, entre otros; asimismo, tienen la propiedad de reducir los daños causados por diversos factores de estrés, como plagas, enfermedades, temperaturas extremas (frío o calor), entre otros factores adversos.

Para Granados (2015) se trata de sustancias que tienen la capacidad de aumentar la disponibilidad de nutrientes para ser aprovechados por las plantas; además, mejoran la estructura y fertilidad de los suelos donde crecen los cultivos; estas sustancias también incrementan la velocidad de los procesos metabólicos y fotosintéticos en las plantas, haciendo más eficientes; otra de sus propiedades es mejorar la calidad de los antioxidantes presentes en las plantas.

A. Tipos de bioestimulantes

a. Bioestimulante a base de aminoácidos

La aplicación de aminoácidos en los cultivos vegetales constituye un medio efectivo para incrementar la producción y mejorar la calidad de las cosechas obtenidas; el uso de estos compuestos en las plantas permite un ahorro de energía y favorece un mejor desempeño de las mismas durante etapas críticas de su desarrollo, en las cuales requieren de elementos altamente disponibles para realizar sus funciones vitales de manera óptima (Angulo, 2009).

b. Bioestimulante a base de algas pardas

La aplicación de extractos líquidos de algas marinas genera principalmente la estimulación del sistema radicular, del sistema inmunológico y del sistema de defensa de las plantas; de este modo, gracias al uso de estos bioestimulantes a base de algas, se obtienen plantas más vigorosas y con un mejor desarrollo general (Rojas, 2023).

c. Bioestimulante a base de ácidos fúlvicos.

La aplicación de extractos líquidos de algas marinas genera principalmente la estimulación del sistema radicular, del sistema inmunológico y del sistema de defensa de las plantas; de este modo, gracias al uso de estos bioestimulantes a base

de algas, se obtienen plantas más vigorosas y con un mejor desarrollo general (Gallardo, 1998).

B. Mecanismos de acción de los Bioestimulante

Los bioestimulantes son productos que tienen la capacidad de mejorar el crecimiento, desarrollo y rendimiento de las plantas mediante diversos mecanismos de acción (Veobides et al., 2018). A continuación, describiré de manera general algunos de estos mecanismos:

a. Estimulación del crecimiento vegetal

Los bioestimulantes promueven el crecimiento de las plantas al estimular la división celular, la elongación de las células y el desarrollo de los tejidos vegetales; esto puede conducir a un aumento en la biomasa de la planta, así como a un desarrollo más vigoroso de raíces, tallos y hojas (Torres, 2018).

b. Mejora de la absorción de nutrientes

Los bioestimulantes tienen la capacidad de mejorar la absorción de nutrientes por parte de las plantas, facilitando la captación de nutrientes esenciales del suelo y su transporte hacia los tejidos vegetales; esto puede resultar en una mayor eficiencia en el uso de los nutrientes disponibles, lo que contribuye al crecimiento saludable de la planta (Calero y Velásquez, 2023).

c. Incremento de la tolerancia al estrés abiótico

Los bioestimulantes pueden ayudar a las plantas a resistir mejores condiciones adversas del ambiente, como sequía, salinidad, temperaturas extremas y deficiencias nutricionales; esto se logra mediante la activación de sistemas de defensa de la planta, la regulación del equilibrio osmótico y la reducción del estrés oxidativo (Vargas, 2023).

d. Estimulación de la síntesis de fitohormonas

Algunos bioestimulantes tienen la capacidad de estimular la producción de fitohormonas en las plantas, como auxinas, citoquininas y giberelinas; estas hormonas vegetales son clave en la regulación del crecimiento y desarrollo de las

plantas, y su aumento puede tener efectos positivos en el rendimiento y la calidad de los cultivos (Coloma, 2022).

e. Activación de sistemas de defensa

Los bioestimulantes pueden activar los mecanismos de defensa naturales de las plantas, aumentando su resistencia a enfermedades, plagas y patógenos; esto se logra mediante la inducción de la síntesis de proteínas de defensa, la acumulación de metabolitos secundarios y la mejora de la estructura de la pared celular (Ortega et al., 2022).

2.2.3 Macro y micronutrientes en nutrición vegetal

Los requerimientos de nutrientes varían según la etapa de crecimiento de la planta y las condiciones del suelo, un adecuado suministro de macro y micronutrientes es esencial para maximizar el rendimiento y la calidad de los cultivos vegetales (Cardona, 2019).

A. Nitrógeno (N)

Esencial para la formación de proteínas, enzimas y clorofila; promueve el crecimiento vegetativo y la producción de hojas verdes (Landívar, 2023).

B. Fósforo (P)

Fundamental en la formación de ATP (adenosín trifosfato), compuesto energético esencial para el metabolismo celular. Favorece el desarrollo de raíces, flores y frutos, así como la transferencia de energía (Silverio, 2014).

C. Potasio (K)

Importante para la regulación osmótica y el equilibrio hídrico de las células; contribuye a la resistencia de las plantas contra enfermedades y estrés ambiental, además de participar en la síntesis de carbohidratos y proteínas (Melgarejo, 2010).

D. Calcio (Ca)

Componente estructural de la pared celular y regulador de la permeabilidad de las membranas; esencial para el crecimiento y desarrollo celular, así como para la división celular y la formación de tejidos (Díaz, 2007).

E. Magnesio (Mg)

Componente central de la clorofila, necesaria para la fotosíntesis; participa en la síntesis de proteínas y enzimas, así como en la activación de varios procesos metabólicos (Ross, 2004).

F. Azufre (S)

Componente de los aminoácidos cisteína y metionina, esenciales para la síntesis de proteínas; importante en la formación de compuestos orgánicos y en la transferencia de energía (Partida, 2022).

G. Hierro (Fe)

Esencial para la formación de clorofila y la respiración celular; participa en la síntesis de proteínas y en la activación de enzimas (Tamara, 2016).

H. Manganeso (Mn)

Cofactor de muchas enzimas, participa en la fotosíntesis, la respiración y la asimilación de nitratos (Jarma, 2010).

I. Cobre (Cu)

Componente de enzimas relacionadas con la respiración y la fotosíntesis. Participa en la formación de clorofila y en la lignificación de tejidos (Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura [INTAGRI, S. C.], s. f.).

J. Zinc (Zn)

Componente de enzimas y proteínas, esencial para la síntesis de auxinas y la división celular (Gil, 2012).

K. Boro (B)

Regula el **transporte** de azúcares y la síntesis de polisacáridos, participa en la formación de paredes celulares y la división celular (Gutiérrez y Torres, 2013).

L. Molibdeno (Mo)

Esencial para la fijación biológica del nitrógeno y la activación de enzimas relacionadas con el metabolismo del nitrógeno (Quinde, 2023).

2.2.4 Nutrigal Saphi Root

Es una solución líquida concentrada de algas marinas, formulada con la Tecnología EBA OMEX-VITECH, que permite extraer y concentrar compuestos bioactivos de las algas. Este producto está diseñado para aplicaciones iniciales en suelo y follaje, destacando su uso en la inmersión de raíces o plántulas antes del trasplante, favoreciendo un mejor arraigo y desarrollo posterior; además, se recomienda para el tratamiento de semillas, estacas, tubérculos, bulbos, esquejes, coronas y plántulas, promoviendo efectivamente el desarrollo radicular y la formación de nuevas raíces en cualquier cultivo; esto permite a las plantas aprovechar mejor los nutrientes y agua del suelo, incrementando la producción y rendimiento de los cultivos; gracias a su composición a base de extractos de algas marinas concentrados, aporta compuestos bioactivos como fitohormonas, vitaminas, aminoácidos, que estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas de manera amigable con el ambiente (SANIVEG, s. f.).

Es un bioestimulante cuya composición química incluye extractos de algas *Laminaria* y *Ecklonia* máxima en un 100 %, ricos en compuestos bioactivos beneficiosos para las plantas; además, contiene aminoácidos enraizantes como triptófano (26,4 mg / L), arginina (60,9 mg / L) y metionina (73,9 mg / L), que desempeñan un papel clave en la estimulación del desarrollo radicular; este producto también aporta vitaminas, aminoácidos libres específicos, macro y micronutrientes esenciales para el crecimiento vegetal, así como poliaminas y fitohormonas naturales provenientes de las algas; todos estos compuestos actúan de manera sinérgica para promover y generar la formación de raíces vigorosas y abundantes en los cultivos donde se aplica Nutrigal Saphi Root, lo que contribuye a un mejor aprovechamiento de los nutrientes y agua del suelo, favoreciendo así el rendimiento y productividad de los cultivos (SANIVEG, s. f.).

2.2.5 Factores medioambientales que influyen en el rendimiento del cultivo de zanahoria

A. Clima

La zanahoria es un cultivo adaptable, aunque prospera mejor en climas templados a frescos; durante la etapa vegetativa, necesita temperaturas entre 15 °C y 20 °C para un óptimo desarrollo de hojas y tallos; no obstante, en la formación de raíces comestibles, el rango ideal es de 12 °C a 18 °C; es crucial evitar temperaturas extremas, pues el calor excesivo provoca raíces deficientes y fibrosas, mientras que el frío intenso ralentiza el crecimiento general (Richmond, 2009).

B. Suelo

Para un óptimo desarrollo, la zanahoria necesita un suelo con características específicas; el terreno debe ser profundo, suelto y con buen drenaje para permitir la extensión de las raíces; además, debe ser rico en materia orgánica para aportar nutrientes esenciales; se recomienda un pH ligeramente ácido a neutro, entre 6.0 y 7.0, para favorecer la absorción de nutrientes; los suelos pesados o compactados obstaculizan el crecimiento radicular y causan deformaciones; es crucial evitar suelos pedregosos, arcillosos o con exceso de materia orgánica fresca, ya que estas condiciones desfavorables provocan malformaciones en las zanahorias, afectando la calidad y el aspecto final del cultivo (Tapia, 2021).

C. Luz

Para que la zanahoria pueda desarrollarse de manera saludable, es fundamental que reciba una adecuada exposición a la luz solar, ya que esta es esencial para que la planta realice el proceso de fotosíntesis; se recomienda que la zanahoria esté expuesta a la luz directa del sol durante al menos 6 a 8 horas diarias, ya que esta cantidad de exposición favorece un crecimiento óptimo; la luz solar intensa promueve la formación de pigmentos tanto en las hojas como en las raíces comestibles, además de contribuir al desarrollo de un color intenso y vibrante en las zanahorias (Rimache, 2011).

D. Agua

Un suministro constante de agua es un requisito esencial para que la zanahoria pueda mantener un crecimiento saludable, especialmente durante la etapa crítica del desarrollo de sus raíces comestibles; es fundamental mantener el suelo en un estado de humedad uniforme, pero sin llegar a saturarlo, ya que un exceso de agua puede provocar problemas de pudrición en las raíces; para lograr este equilibrio, se recomienda implementar un sistema de riego por goteo o aspersión, ya que estos métodos permiten proporcionar agua de manera uniforme al cultivo, evitando así la formación de encharcamientos en el suelo; a lo largo de la temporada de crecimiento, es crucial prevenir condiciones de sequía prolongada, puesto que la falta de agua puede resultar en un desarrollo deficiente de las raíces y, en consecuencia, zanahorias de menor calidad e inferior apariencia (Forero, 2015).

2.3. Definición de términos

Zanahoria (*Daucus carota*)

La planta herbácea bienal de la familia Apiaceae, cultivada por su raíz comestible de color naranja, blanca, amarilla, roja o púrpura (Bastidas, 2015).

Bioestimulante

Producto agrícola que contiene sustancias naturales para promover el crecimiento y desarrollo de las plantas, como aminoácidos, ácidos húmicos y extractos de algas (Veobides et al., 2018).

Nutrientes vegetales

Elementos esenciales que las plantas requieren para su crecimiento y desarrollo, como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, zinc, entre otros (Rodríguez y Flórez, s. f.).

Suelo

Capa superficial de la tierra que proporciona soporte físico y nutrientes para el crecimiento de las plantas, compuesto por minerales, materia orgánica, agua y aire (Ortiz, 2015).

Riego

Suministro controlado de agua a las plantas para mantener el suelo húmedo y satisfacer sus **necesidades de agua (González et al., 2014)**.

Fertilización

Aplicación de nutrientes al suelo o las plantas para mejorar su crecimiento, desarrollo y rendimiento (Pérez, 2008).

CAPITULO III

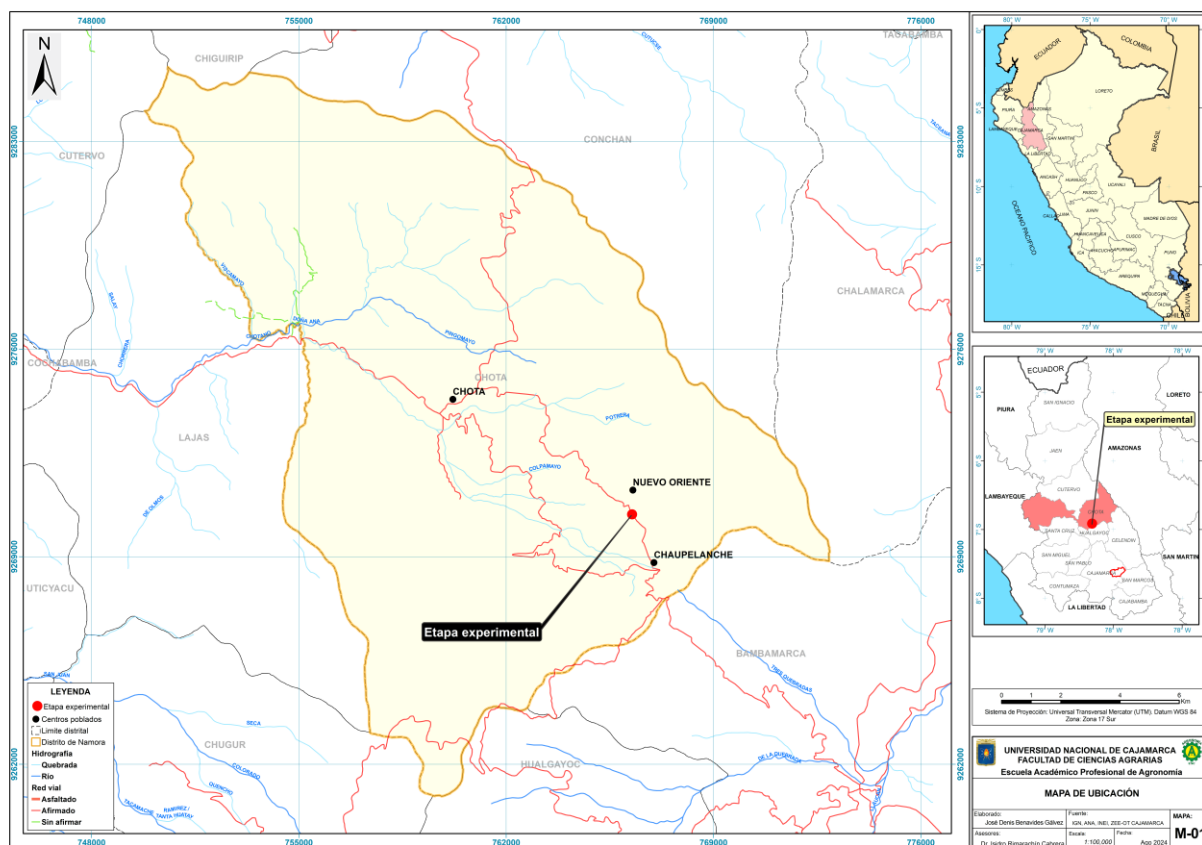
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Centro Poblado de Chaupelanche; distrito y provincia de Chota – Cajamarca ubicado en la carretera que une las ciudades de Bambamarca y Chota, a una elevación de 3095 metros sobre el nivel del mar; siendo sus coordenadas UTM 9270428 N y 766255 E, dadas sus características geográficas y altitudinales, esta zona brinda un entorno propicio para realizar investigaciones relacionadas con el cultivo de zanahoria.

Figura 1

Mapa de ubicación



3.1. Materiales

3.1.1. Material biológico

Semillas de zanahoria

Nutrigal Saphi Root

3.1.2. Materiales de campo

Zapapico

Rastrillo

Wincha

Cordel

Estacas

Machete

Libreta de campo

Lapiceros

Etiquetas

3.1.3. Equipos

Mochila de fumigar

Cámara fotográfica

Laptop

Balanza analítica

3.2. Metodología

3.2.1. Variables

Variable independiente

Dosis y momentos de aplicación de Nutrigal Saphi Root

Variable dependiente

Rendimiento del cultivo de zanahoria

3.2.2. Diseño del campo experimental

La evaluación de las características agronómicas contempladas en la presente tesis, se realizaron según lo estipulado en los objetivos indicados anteriormente y bajo un diseño estadístico denominado Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) factorial de 3Ax3B incluyendo el testigo al cual no se aplicó el bioestimulante sujeto a prueba (Nutrigal Saphi Root); los tratamientos considerados se distribuyeron en forma aleatoria conmo se indica en la figura 1, en total son 10 distribuidos en repeticiones o bloques; el modelo estadístico empleado permitió analizar los datos recopilados y determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en términos del rendimiento del cultivo de zanahoria, cuyo modelo estadístico es:

$$Y_{ijk} = \mu + B_k + A_i + Y_j + AY_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} = Observación de la variable respuesta obtenida del tratamiento con el i-ésimo nivel de A, el j-ésimo nivel de B y la repetición k-ésima

μ = Media general

B_k = Efecto del k-ésimo del bloque

A_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor A

Y_j = Efecto del J-ésimo nivel del factor B

AY_{ij} = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A y el j-ésimo nivel del factor B en su bloque k

ϵ_{ijk} = Error

A. Arreglos de los tratamientos

En el presente experimento las diferentes dosis y momentos de aplicación de bioestimulante Nutrigal Saphi Root se aplicó sobre un cultivo de zanahoria previamente instalado; para ello, los distintos tratamientos, que consistieron en las combinaciones de dosis y épocas de aplicación del producto, fueron asignados de forma completamente aleatoria a las unidades experimentales (parcelas o bloques) siguiendo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) factorial; este diseño experimental permitió controlar la variabilidad ambiental del terreno al agrupar las unidades más homogéneas en bloques, dentro de los cuales los tratamientos se distribuyen al azar, confiriendo mayor precisión a las comparaciones entre ellas al remover los efectos de fuentes de

variación conocidas; la aleatoriedad en la asignación evita sesgos y garantiza la validez de los resultados que permiten determinar si existen diferencias significativas entre los niveles de dosis y momento de aplicación del bioestimulante.

Tabla 1

Tratamientos en estudio.

Dosis	Momento	Tratamientos	Descripción
D1	M1	T1	30 ml / mochila a los 30 días
	M2	T2	30 ml / mochila a los 60 días
	M3	T3	30 ml / mochila a los 90 días
D2	M1	T4	60 ml / mochila a los 30 días
	M2	T5	60 ml / mochila a los 60 días
	M3	T6	60 ml / mochila a los 90 días
D3	M1	T7	90 ml / mochila a los 30 días
	M2	T8	90 ml / mochila a los 60 días
	M3	T9	90 ml / mochila a los 90 días
Testigo			Sin aplicación de nada

Nota: La tabla describe 9 tratamientos (T1 a T9) con diferentes dosis de fertilizante (30, 60 y 90 ml / por mochila de 20 litros) aplicados en tres momentos (30, 60 y 90 días) y un testigo sin biofertilizante.

B. Características del campo experimental y croquis

a. Bloques

El área experimental constó de tres bloques rectangulares de 20 metros por 2,5 metros, con un área de 50 metros cuadrados, diseñado para albergar los tratamientos del ensayo y distribuir uniformemente las unidades experimentales.

b. Tratamientos

Las parcelas fueron 10 en total, 9 tratamientos y un testigo; cada una midió 2,5 m de largo por 2 m de ancho; el área de cada tratamiento era de 5 m²; se delimitaron cuidadosamente con tamaños uniformes; los 9 tratamientos y el testigo se distribuyeron aleatoriamente en los bloques.

c. Calles

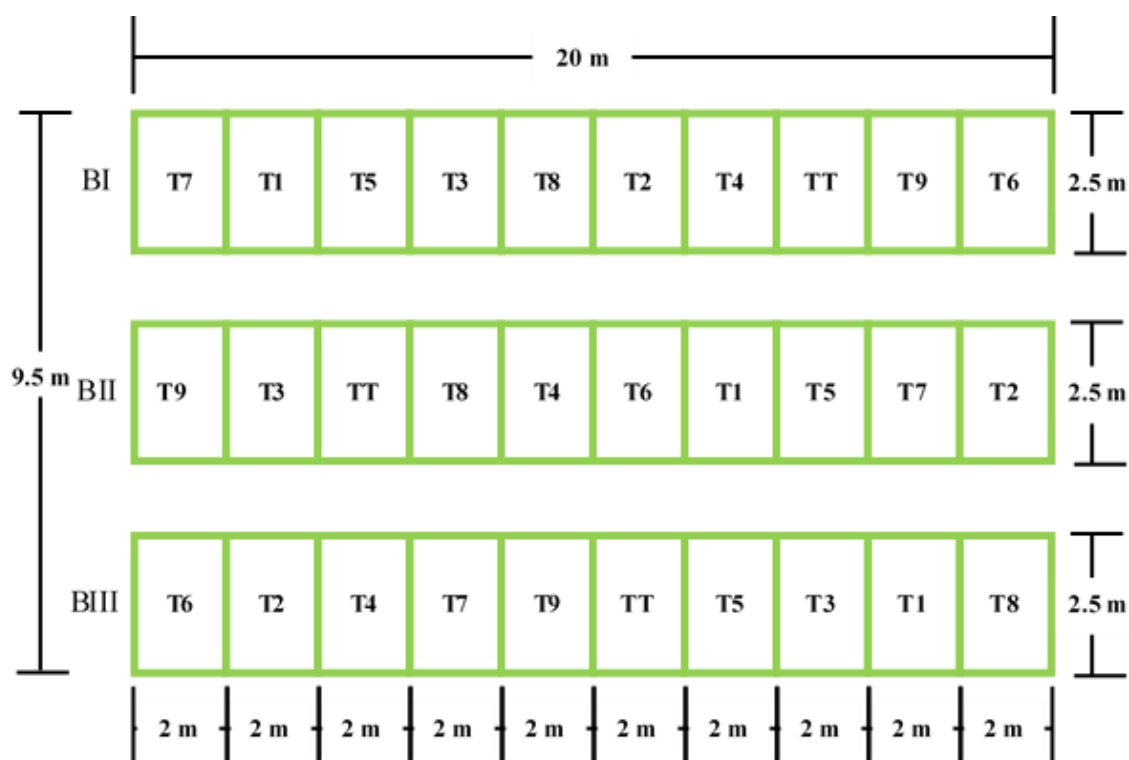
Dentro del área experimental, se habilitan dos calles internas que atraviesan longitudinalmente el terreno de ensayo; estas calles, diseñadas para facilitar el acceso y el movimiento de personas y equipos, presentaban una longitud de 20 metros cada una y un ancho de 1 metro; en total, las dos calles internas ocupaban una superficie de 40 metros cuadrados, proporcionando espacios de circulación cómodos y seguros, fundamentales para el adecuado desarrollo de las labores de campo durante el estudio.

d. Área del experimento

El experimento se llevó a cabo en un área cuidadosamente delimitada; la superficie neta destinada al cultivo y la implementación de los tratamientos abarcó 150 metros cuadrados; sin embargo, al considerar los espacios adicionales requeridos, como calles de acceso y áreas de frontera, el área total ocupada para el ensayo alcanzó los 190 metros cuadrados.

Figura 2

Distribución de tratamientos.



Nota: Distribución aleatoria de los tratamientos en bloques con sus respectivas dimensiones.

3.2.3. Labores culturales

A. Análisis de suelo

Se efectuó un muestreo y análisis de suelo agrícola; se tomaron muestras representativas del campo, que fueron enviadas a un laboratorio especializado; el análisis reveló datos cruciales sobre las propiedades físicas y químicas del suelo.

El análisis reveló que el pH del suelo, con un valor de 5.5, se considerado moderadamente ácido, lo cual podría afectar la disponibilidad de ciertos nutrientes para las plantas; la textura del suelo fue clasificada como Franco Arcillo Arcilloso, lo que indicaba una buena proporción de arcilla, favoreciendo la retención de agua y nutrientes; el contenido de materia orgánica, con un 3.8%, se consideró alta, aunque un mayor porcentaje habría sido beneficioso para mejorar la estructura del suelo; los niveles de fósforo y potasio fueron catalogados como moderados, sugiriendo la posible necesidad de una fertilización complementaria para garantizar una nutrición adecuada de los cultivos; finalmente, la conductividad eléctrica indicó que el suelo no presentaba problemas de salinidad los resultados se evidencian en los anexos, figura 11.

B. Arada

La tarea de labranza se llevó a cabo empleando una yunta de animales, que, con su fuerza y coordinación, permitieron que el arado penetrara en el suelo hasta alcanzar una profundidad notable de 30 centímetros; la profundidad alcanzada por la yunta en su trabajo de arado garantizó una preparación exhaustiva del suelo, promoviendo la aireación adecuada y la incorporación de nutrientes vitales para el crecimiento de la zanahoria.

C. Cruza

Tras un lapso de 30 días desde la ejecución de la primera arada, se procedió a realizar una **segunda** labranza empleando una yunta de animales; este procedimiento tenía como objetivo principal no solo uniformizar la profundidad del suelo, sino también fragmentarlo para generar una textura idónea, favoreciendo así una mejor aireación y la absorción óptima de nutrientes.

D. Siembra

La siembra se realizó con un método de chorro continuo, donde las semillas fueron distribuidas de manera constante y uniforme en el terreno; posteriormente, se llevó a cabo el proceso de raleo o desahíje, el cual consistió en la remoción selectiva de plantas para permitir un adecuado espacio de crecimiento entre ellas; este espacio fue establecido en un rango de 15 a 20 cm entre cada planta, con una separación de 50 cm entre los surcos; es importante destacar que la siembra se realizó en ambos lados del surco, lo que resultó en una distancia de 25 centímetros entre las líneas de plantación; la densidad de siembra final fue de 10 kg por hectárea, asegurando así una población adecuada de plantas para un rendimiento óptimo en la cosecha.

E. Deshierbo

a. Deshierbo químico

La tarea de erradicar las hierbas no deseadas se ejecutó meticulosamente mediante la aplicación de la fórmula de herbicida PROTURON® 50 PM; esta acción se llevó a cabo en un momento crucial del crecimiento del cultivo, específicamente cuando este había desarrollado entre 2 y 3 hojas verdaderas, lo que garantizaba la efectividad del tratamiento; la dosis aplicada, cuidadosamente medida, osciló entre 0.25 y 0.5 kg por cada cilindro de 200 litros de agua, asegurando así una distribución equilibrada y adecuada del producto; este enfoque meticuloso y calculado no solo promovió el control efectivo de las malas hierbas, sino que también salvaguardó la salud y el crecimiento óptimo de la cosecha deseada.

b. Deshierbo manual

Quince días después de la aplicación del herbicida, se procedió con una actividad meticulosa y delicada; este paso crucial se llevó a cabo con sumo cuidado, con el objetivo primordial de preservar la integridad de las pequeñas plantas emergentes; cada movimiento se ejecutó con precisión, con la firme intención de evitar cualquier daño inadvertido a estas delicadas plántulas; además, se dedicó especial atención a la eliminación de las malezas que, a pesar de la aplicación del herbicida, persistieron en su crecimiento; esta tarea demandó una atención

meticulosa y una destreza cuidadosa para identificar y eliminar selectivamente aquellas malezas que escaparon del efecto del tratamiento inicial.

F. Aplicación del fertilizante foliar Nutrigal Saphi Root

La aplicación del fertilizante foliar Nutrigal Saphi Root se llevó a cabo en tres momentos diferentes del ciclo de cultivo: a los 30, 60 y 90 días. Para cada aplicación, se utilizaron tres dosis distintas de fertilizante: 30, 60 y 90 ml, las cuales se mezclaron en una mochila de fumigar con capacidad de 20 litros. En cada ocasión, se preparó la solución de fertilizante diluyendo la dosis correspondiente en el agua contenida en la mochila, siguiendo cuidadosamente los tratamientos establecidos para el estudio.

3.2.4. Evaluación de características agronómicas

La evaluación exhaustiva de las variables en análisis se llevó a cabo con precisión y meticulosidad transcurridos exactamente 120 días desde el momento de la siembra inicial; este período de tiempo estratégicamente elegido permitió un desarrollo adecuado de las plantas y un proceso de crecimiento significativo, lo que brindó un marco ideal para comprender y analizar en profundidad el impacto de las variables estudiadas en el cultivo.

A. Rendimiento de zanahoria

Para medir la productividad del cultivo de zanahorias, se recolectaron cuidadosamente todas las zanahorias presentes en un área de un metro cuadrado de cada parcela experimental; luego, se pesó el total de zanahorias cosechadas en cada metro cuadrado utilizando una balanza de precisión; este peso se multiplicó por la cantidad de metros cuadrados de una hectárea (10000 m²), el resultado expresó el rendimiento por hectárea de cada tratamiento aplicado.

B. Longitud de raíz

Se seleccionaron aleatoriamente 8 zanahorias de cada parcela experimental; luego, se midió la extensión de cada una de estas raíces empleando una regla o cinta métrica, tomando la medida desde la parte superior hasta la punta inferior; estos valores de longitud se anotaron con el fin de calcular más adelante el promedio de la longitud de raíz correspondiente a cada tratamiento aplicado.

C. Diámetro de raíz

Tras la recolección, se tomaron 8 zanahorias al azar de cada parcela experimental; empleando un calibrador vernier, se midió el grosor de la parte más ancha de cada una de estas raíces; posteriormente, se calculó el promedio de estas mediciones a fin de obtener una estimación precisa del diámetro promedio de la raíz correspondiente a cada tratamiento aplicado.

D. Peso de raíz

De cada parcela experimental se tomaron 8 zanahorias individualmente y se pesaron utilizando una balanza de precisión; se registró el peso de cada una de estas raíces por separado; posteriormente, se calculó el promedio de los pesos individuales para obtener una estimación del peso promedio por raíz.

E. Altura de planta

Se seleccionaron aleatoriamente 8 plantas de cada tratamiento y se midió su altura empleando una regla o cinta métrica; se registró la medida desde la base de la planta hasta el punto más alto del follaje, excluyendo las hojas caídas o dobladas; con el fin de evaluar el efecto del bioestimulante en el crecimiento vertical de las plantas, se calculará el promedio de altura por unidad de área para cada tratamiento.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se presentan los análisis de la información obtenida durante la cosecha de la zanahoria, relacionada a las características agronómicas contemplada en el capítulo de materiales y métodos, y son: rendimiento de zanahoria, longitud de raíz, diámetro de raíz, peso de raíz y altura de planta, indicando sobre las tres dosis y tres momentos de aplicación de Nutrigal Saphi Root en Chota.

4.1. Rendimiento de zanahoria

El análisis de varianza para el rendimiento de zanahoria se realizó en base a los datos obtenidos que se registra en los anexos, tabla 14.

Tabla 2

Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Bloque	105236.47	2	52618.23	0.2428	0.7869
Tratamientos	725269016.13	9	80585446.2	371.8849	<0.0001
Dosis	2481344.89	2	1240672.44	5.7254	0.0119
Momento de aplicación	39117338.89	2	19558669.4	90.2591	<0.0001
Dosis*Momento de aplicación	1159650.22	4	289912.56	1.3379	0.2942
Error	3900502.87	18	216694.6		
Total	772033089.47	29			

CV = 0.58 %

El análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento del cultivo de zanahoria (Tabla 2) producto del efecto del bioestimulante Nutrigal Saphi Root en distintos momentos de aplicación muestra que el valor de significación obtenido para los bloques (p-valor = 0.7869) fue mayor que 0.05. Esto indica que el rendimiento obtenido en los bloques no se diferenció significativamente entre sí.

En cuanto a la interacción entre la dosis y el momento de aplicación del Nutrigal Saphi Root, no se encontró significación (p -valor = 0.2942), dado que el valor de significación es mayor que el 0.05. Esto indica que el efecto de la dosis del Nutrigal Saphi Root sobre el rendimiento de la zanahoria es consistente independientemente del momento en que se aplique. En otras palabras, el Nutrigal Saphi Root no genera cambios significativos en el rendimiento de las zanahorias en función del momento de aplicación.

Al examinar los efectos principales, se observa que la dosis del Nutrigal Saphi Root tuvo un efecto significativo (p -valor = 0.0119) sobre el rendimiento. Esto indica que al menos una de las dosis aplicadas produjo un rendimiento diferente en comparación con las otras dosis. Respecto al momento de aplicación, se encontró un efecto significativo (p -valor = < 0.0001) en el rendimiento, lo que indica que al menos uno de los momentos es más apropiado para la aplicación del bioestimulante.

Por otro lado, al considerar los tratamientos, se encontró que el valor de significación (p -valor = < 0.0001) es menor que 0.05, lo cual evidencia que al menos con uno de los tratamientos se obtuvo un rendimiento significativamente diferente al rendimiento obtenido con los demás tratamientos.

Tanto la dosis del bioestimulante Nutrigal Saphi Root como el momento de aplicación influyen significativamente en el rendimiento del cultivo de zanahoria. Sin embargo, no se observa una interacción significativa entre estos factores, lo que indica que cada uno actúa de manera independiente sobre el rendimiento.

El coeficiente de variación es de 0.58 %, el cual es adecuado para el experimento desarrollado, además indica la variación promedio del rendimiento de zanahoria dentro de cada tratamiento.

Tabla 3

Prueba de Tukey para los efectos independientes de cada factor en el rendimiento de zanahoria.

Dosis	Medias	Agrupación
90	81506.44	A
60	81238.22	AB
30	80772.67	B

Momento de aplicación	Medias	Agrupación
60	82491.89	A
30	81444.11	B
90	79581.33	C

Al realizar la prueba de Tukey para los efectos independientes de cada factor en el rendimiento de zanahoria (Tabla 3), se observa que el bioestimulante en dosis de 90 ml/mochila muestra el rendimiento más alto, con una media de 81506.44 kg/ha, y se agrupa en el grupo A. Con la dosis de 60 ml/mochila se obtiene un rendimiento de 81238.22 kg/ha y con la dosis de 30 ml/mochila se obtuvo el rendimiento más bajo, con una media de 80772.67 kg/ha, y se agrupa en el grupo B. En cuanto al efecto del momento de aplicación, se observan que a los 60 días después de la siembra muestra el rendimiento más alto fue de 82491.89 kg/ha, y se agrupa en el grupo A. Le sigue el momento de aplicación a los 30 días después de la siembra, que tiene una media de 81444.11 kg/ha y se agrupa en el grupo B. Por último, el momento de aplicación a los 90 días después de la siembra presenta el rendimiento más bajo, con una media de 79581.33 kg/ha, y se agrupa en el grupo C.

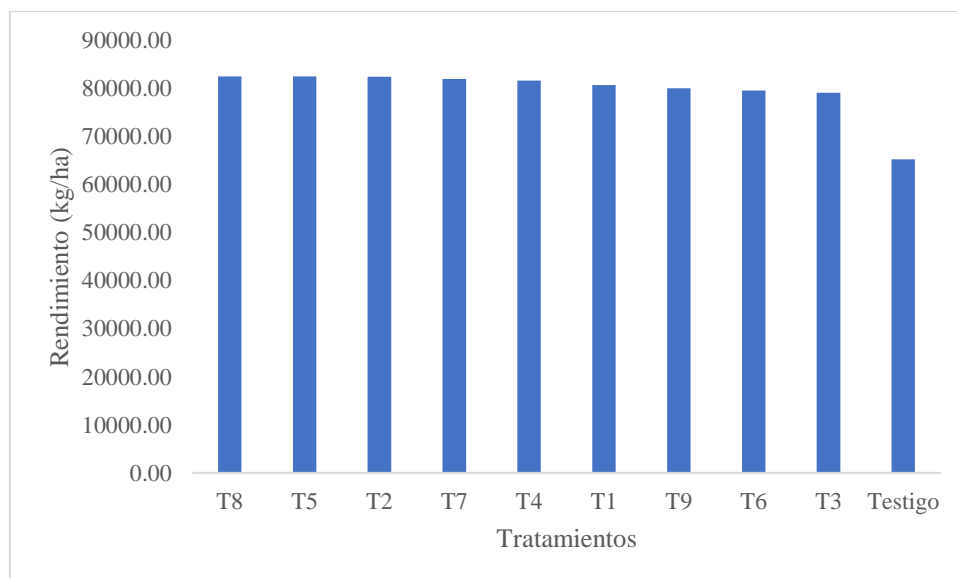
Tabla 4

Prueba de Tukey para el efecto de los tratamientos en el rendimiento de la zanahoria (kg/ha).

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Agrupación
T8	82523.33	A
T5	82497.00	A
T2	82455.33	A
T7	81964.00	AB
T4	81625.67	AB
T1	80742.67	BC
T9	80032.00	CD
T6	79592.00	CD
T3	79120.00	D
Testigo	65273.33	E

Figura 3

Medias del rendimiento de rendimiento de la zanahoria (kg/ha).



La prueba de Tukey realizada para comparar los distintos tratamientos con el testigo muestra que hay diferencias significativas en el rendimiento de la zanahoria (kg/ha) entre los tratamientos evaluados (Tabla 4 y Figura 2). El tratamiento T8, T5 y T2, presentaron efectos estadísticamente iguales en el rendimiento con resultados de 82523.33, 82497.00 y 82455.33

Kg/ha, respectivamente, perteneciendo todos ellos al grupo A. Estos resultados son superiores a los obtenidos con el testigo y al rendimiento obtenido con el resto de tratamientos.

El tratamiento T7 y T4, con rendimientos de 81964.00 y 81625.67 kg/ha, se encuentran en el grupo AB, indicando que su rendimiento es menor que los tratamientos T8, T5 y T2, pero aun significativamente superior al del testigo. El tratamiento T1, con una media de 80742.67 kg/ha, se encuentra en el grupo BC. Aunque su rendimiento es menor que los tratamientos en los grupos A y AB, aún es significativamente superior al del testigo.

Los tratamientos T9 (80032.00 kg/ha) y T6 (79592.00 kg/ha) se agrupan en un solo grupo. Estos tratamientos muestran rendimientos inferiores a los de los grupos A, AB y BC, pero aún superiores al del testigo. El tratamiento T3, con un rendimiento de 79120.00 kg/ha, pertenece al grupo D, indicando que su rendimiento, aunque superior al del testigo, es menor que el de todos los otros tratamientos evaluados.

Por último, el testigo, con una media de 65273.33 kg/ha, muestra el rendimiento más bajo. Esto confirma que la ausencia de aplicación del bioestimulante resulta en un rendimiento significativamente menor en comparación con todos los tratamientos evaluados. Todos los tratamientos que involucran al bioestimulante Nutrigal Saphi Root resultaron en rendimientos de zanahoria significativamente mayores que el testigo. Los tratamientos T8, T5 y T2 fueron los más efectivos, mientras que el testigo tuvo el rendimiento más bajo.

En Chota, el mayor rendimiento se obtuvo con una dosis de 90 ml/mochila, alcanzando 81,506.44 kg/ha, con las otras dosis de 60 ml/mochila y 30 ml/mochila mostrando rendimientos también elevados de 81,238.22 kg/ha y 80,772.67 kg/ha respectivamente. Comparando con Quijano (2022) en Huaraz, donde el mejor tratamiento alcanzó un rendimiento de 15,714.3 kg/ha, se observa que el rendimiento en Chota es significativamente superior, probablemente debido a la mayor efectividad de Nutrigal Saphi Root en comparación con la combinación de nitrógeno y Biol utilizada por Quijano.

En el estudio de Sarzuri y Arragan (2021) en La Paz, el mejor tratamiento alcanzó un rendimiento de 37.71 t/ha lo cual es notablemente menor que los resultados obtenidos en Chota. Esto sugiere que Nutrigal Saphi Root es una opción más eficiente que el abono orgánico líquido enriquecido.

Morales (2021) en Cevallos, Ecuador, obtuvo un rendimiento superior de 132,244.33 kg/ha utilizando nanofertilizantes y hidroretenedores, tecnología más avanzada que Nutrigal Saphi Root. Aunque los resultados en Ecuador son mayores, Nutrigal SAPHI Root sigue siendo una opción altamente efectiva.

En Huacrachuco, Huánuco, Quino (2019) logró un rendimiento de 42.77 t/ha con el uso de biofermentos, casi la mitad del rendimiento observado en Chota. Esto refuerza la eficacia superior de Nutrigal Saphi Root en las condiciones específicas de Chota.

Zambrana (2018) en La Paz, Bolivia, alcanzó un rendimiento de 58,100 kg/ha con té de estiércol bovino, inferior al rendimiento en Chota, indicando la mayor efectividad del Nutrigal Saphi Root.

Finalmente, Barrientos (2014) en Pisac, Cusco, reportó un peso de raíz de 80.7799 g/planta. Aunque no se especificó el rendimiento total en términos de peso por hectárea, los altos rendimientos en Chota sugieren raíces de buen tamaño y peso.

Estas diferencias encontradas para el parámetro rendimiento pueden atribuirse a varios factores. La eficacia del Nutrigal Saphi Root, que podría contener una combinación óptima de nutrientes y estimuladores del crecimiento, parece haber mejorado la eficiencia de absorción de nutrientes por las plantas, favoreciendo su desarrollo y rendimiento. Además, las condiciones agroecológicas específicas de Chota, como el clima, la calidad del suelo y el régimen hídrico, podrían haber sido particularmente favorables para la absorción y utilización del fertilizante, resultando en un mayor rendimiento. Por último, la aplicación en tres momentos diferentes pudo haber asegurado un suministro continuo y adecuado de nutrientes durante las etapas críticas de crecimiento del cultivo, evitando deficiencias nutricionales y mejorando el rendimiento.

4.2. Longitud de raíces

El análisis de varianza para la longitud de raíces de zanahoria se realizó en base a los datos obtenidos que se registra en los anexos, tabla 15.

Tabla 5*Análisis de varianza (ANOVA) para la longitud de raíz.*

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Bloque	105236.47	2	52618.23	0.2428	0.7869
Tratamientos	725269016.13	9	80585446.2	371.8849	<0.0001
Dosis	2481344.89	2	1240672.44	5.7254	0.0119
Momento de aplicación	39117338.89	2	19558669.4	90.2591	<0.0001
Dosis*Momento de aplicación	1159650.22	4	289912.56	1.3379	0.2942
Error	3900502.87	18	216694.6		
Total	772033089.47	29			

CV = 1.2 %

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la longitud de raíz del cultivo de zanahoria tratado con el bioestimulante Nutrigal Saphi Root, se observa que el efecto de los bloques no fue significativo (p-valor = 0.61470), lo cual indica que no hubo diferencias significativas en la longitud de raíz atribuibles a los bloques del experimento.

La interacción entre la dosis y el momento de aplicación del bioestimulante Nutrigal Saphi Root no fue significativo (p-valor < 0.2942). Esto implica que el efecto de la dosis sobre la longitud de raíz no dependió del momento en que se aplicó el bioestimulante, y viceversa, el efecto del momento de aplicación varió según la dosis utilizada. Por lo tanto, se encontró una respuesta diferencial de la longitud de raíz ante las combinaciones particulares de dosis y momento de aplicación.

Al examinar los efectos principales, se observa que tanto la dosis del bioestimulante (p-valor < 0.0001) como el momento de aplicación (p-valor < 0.0001) tuvieron un efecto significativo sobre la longitud de raíz. Esto indica que al menos una de las dosis aplicadas y al menos uno de los momentos de aplicación propiciaron una longitud de raíz diferente en comparación con los otros niveles de cada factor.

Por otro lado, el efecto de los tratamientos evaluados en su conjunto resultó significativo (p -valor < 0.0001), evidenciando que al menos uno de los tratamientos difirió del resto en cuanto a la longitud de raíz obtenida.

Tanto la dosis como el momento de aplicación del bioestimulante Nutrigal Saphi Root influyeron de manera significativa en la longitud de raíz del cultivo de zanahoria. Asimismo, estos factores interactuaron entre sí, de modo que el efecto de uno de ellos estuvo condicionado por los niveles del otro factor.

El coeficiente de variación es de 1.2 %, el cual es adecuado para el experimento desarrollado, además indica la variación promedio de la longitud de raíz de zanahoria dentro de cada tratamiento.

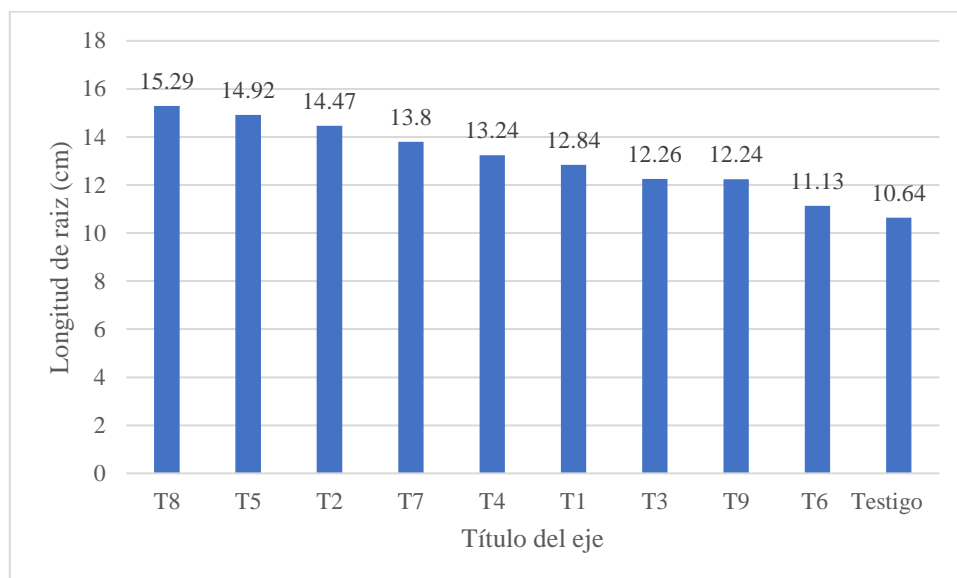
Tabla 6

Prueba de Tukey para el efecto de los tratamientos en la longitud de raíz de la zanahoria (cm).

Tratamientos	Longitud de raíz (cm)	Agrupación
T8	15.29	A
T5	14.92	AB
T2	14.47	B
T7	13.8	C
T4	13.24	D
T1	12.84	D
T3	12.26	E
T9	12.24	E
T6	11.13	F
Testigo	10.64	G

Figura 4

Medias de la longitud de raíz de rendimiento de la zanahoria (cm).



Al comparar los distintos tratamientos con el testigo mediante la prueba de Tukey (Tabla 6 y Figura 3), se observan que los tratamientos T8, T5 y T2 muestran las longitudes de raíz más altas, con medias de 15.29, 14.92 y 14.47 cm, respectivamente, y se agrupan en los grupos A y AB. Solo el tratamiento T8, es estadísticamente superior al resto. Estos tratamientos muestran un aumento significativo en la longitud de la raíz en comparación con el testigo.

A continuación, los tratamientos T7, T4 y T1 presentan longitudes de raíz intermedias, con medias de 13.8, 13.24 y 12.84 cm, respectivamente, y se agrupan en los grupos C y D. Aunque estos tratamientos muestran un rendimiento mejorado en comparación con el testigo, su longitud de raíz es menor en comparación con los tratamientos del grupo A.

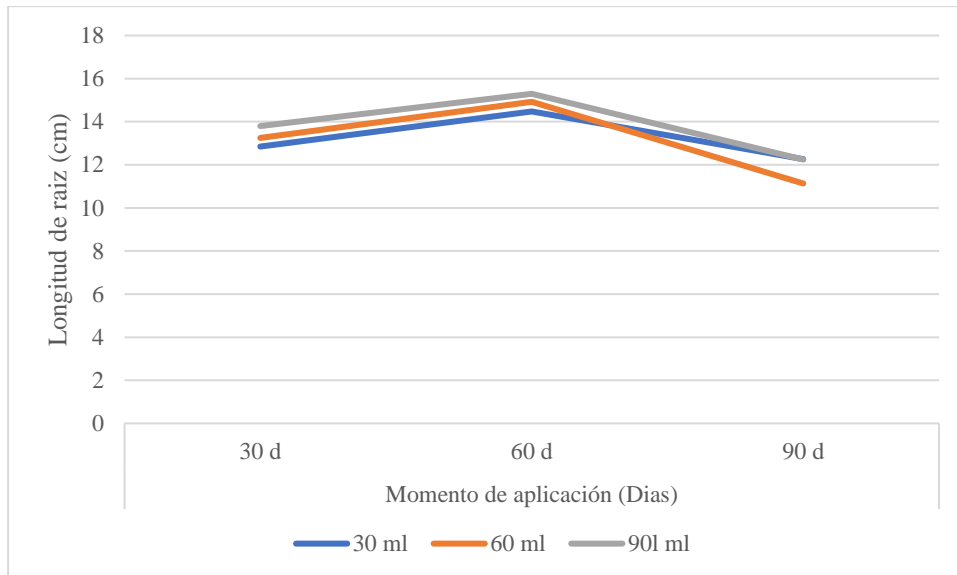
Por otro lado, los tratamientos T3 y T9 muestran longitudes de raíz más bajas, con medias de 12.26 y 12.24 cm, respectivamente, y se agrupan en el grupo E. Estos tratamientos muestran un rendimiento similar al del testigo, sin mostrar mejoras significativas en la longitud de la raíz.

El tratamiento T6 muestra la longitud de raíz más baja, con una media de 11.13 cm, y se agrupa en el grupo F. Este tratamiento muestra una diferencia significativa en la longitud de la raíz en comparación con el testigo. Los tratamientos T8, T5 y T2 son los más efectivos para

mejorar la longitud de la raíz de zanahoria, mientras que el testigo y el tratamiento T6 muestran los rendimientos más bajos en este aspecto.

Figura 5

Longitud de raíz según la dosis del bioestimulante y el Momento de aplicación (días)



Al analizar la interacción entre los factores de dosis y momento de aplicación en la longitud de raíz de zanahoria (Figura 4), se observan que con la dosis de 30 ml a los 60 días después de la siembra se obtiene la longitud de raíz más alta, con 14.5 cm, mientras que a los 90 días después de la siembra se obtiene la longitud de raíz más baja, con 12.26 cm.

Para la dosis de 60 ml, nuevamente se observa una variación en la longitud de raíz en función del momento de aplicación. La longitud de raíz es más alta a los 60 días después de la siembra, con 14.9 cm, y más baja a los 90 días después de la siembra, con 11.13 cm.

Para la dosis de 90 ml, también se observa una variación en la longitud de raíz según el momento de aplicación. La longitud de raíz es más alta a los 60 días después de la siembra, con 15.3 cm, y más baja a los 90 días después de la siembra, con 12.24 cm.

Estos resultados indican que tanto la dosis del bioestimulante como el momento de aplicación tienen un impacto significativo en la longitud de raíz de zanahoria, y la combinación de ambos factores influyen en el rendimiento final del cultivo.

La longitud de raíz es un indicador importante del desarrollo y salud de las plantas. Según los datos recopilados de varios estudios, se observa una variación significativa en la longitud de raíz entre diferentes localidades. El estudio de Quino (2019) en Huacrachuco reportó la mayor longitud con 19.14 cm, destacándose notablemente sobre los demás. Le sigue el estudio de Quijano (2022) en Huaraz con 15.35 cm. Interesantemente, los estudios realizados en La Paz por Zambrana (2018) y Sarzuri y Arragán (2021) muestran resultados similares, con 13.82 cm y 13.67 cm respectivamente, sugiriendo cierta consistencia en las condiciones de esa región. El estudio de Barrientos (2014) en Pisac registró la menor longitud con 13.2675 cm, aunque no significativamente menor que los resultados de La Paz. Esta variación en la longitud de raíz podría atribuirse a diferentes factores como las condiciones del suelo, el clima, las prácticas de cultivo o las variedades específicas de plantas utilizadas en cada estudio. Es importante notar que, aunque no se proporcionaron datos específicos para Chota, se infiere que las raíces allí son de buen tamaño debido al alto rendimiento observado.

4.3. Diámetro de raíces

El análisis de varianza para diámetro de raíces de zanahoria se realizó en base a los datos obtenidos que se registra en los anexos, tabla 16.

Tabla 7

Análisis de varianza (ANOVA) para el diámetro de raíz.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Bloque	0.000260	2	0.000130	0.684	0.51714
Tratamientos	10.180000	9	1.130000	5947.368	<0.0001
Dosis	0.530000	2	0.260000	1368.421	<0.0001
Momento de aplicación	5.450000	2	2.730000	14368.421	<0.0001
Dosis*Momento de aplicación	0.160000	4	0.040000	210.526	<0.0001
Error	0.003400	18	0.000190		
Total	16.323660	29			

CV = 0.18 %

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el diámetro de raíz del cultivo de zanahoria tratado con el bioestimulante Nutrigal Saphi Root, se observa que el efecto de los bloques no fue significativo (p -valor = 0.51713), lo cual indica que no hubo diferencias significativas en el diámetro de raíz atribuibles a los bloques del experimento.

La interacción entre la dosis y el momento de aplicación del bioestimulante Nutrigal Saphi Root fue significativo (p -valor = < 0.0001). Esto implica que el efecto de la dosis sobre el diámetro de raíz dependió del momento en que se aplicó el bioestimulante, y viceversa. Por lo tanto, se encontró un efecto significativo en el diámetro de raíz ante las combinaciones de dosis y momento de aplicación.

Al examinar los efectos principales, se observa que tanto la dosis del bioestimulante (p -valor = < 0.0001) como el momento de aplicación (p -valor < 0.0001) tuvieron un efecto significativo sobre el diámetro de raíz. Esto indica que al menos una de las dosis aplicadas y al menos uno de los momentos de aplicación propiciaron un diámetro de raíz diferente en comparación con los otros niveles de cada factor.

Por otro lado, el efecto de los tratamientos evaluados en su conjunto resultó significativo (p -valor = < 0.0001), evidenciando que al menos uno de los tratamientos difirió del resto en cuanto a al diámetro de raíz obtenida.

Tanto la dosis como el momento de aplicación del bioestimulante Nutrigal Saphi Root influyeron de manera significativa en el diámetro de raíz del cultivo de zanahoria. Asimismo, estos factores interactuaron entre sí, de modo que el efecto de uno de ellos estuvo condicionado por los niveles del otro factor.

El coeficiente de variación es de 0.18 %, el cual es adecuado para el experimento desarrollado, además indica la variación promedio del diámetro de raíz de zanahoria dentro de cada tratamiento.

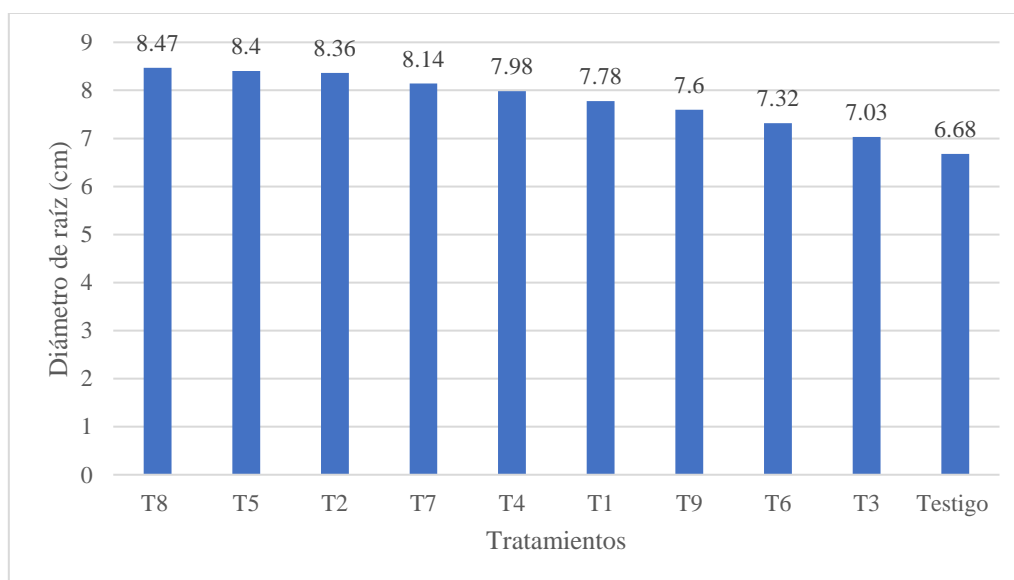
Tabla 8

Prueba de Tukey para el efecto de los tratamientos en el diámetro de raíz de la zanahoria (cm).

Tratamientos	Diámetro de raíz (cm)	Agrupación
T8	8.47	A
T5	8.4	B
T2	8.36	C
T7	8.14	D
T4	7.98	E
T1	7.78	F
T9	7.6	G
T6	7.32	H
T3	7.03	I
Testigo	6.68	J

Figura 6

Medias del diámetro de raíz de rendimiento de la zanahoria (cm).



La prueba de Tukey (Tabla 8 y Figura 5) muestra diferencias significativas en el diámetro de raíz de zanahoria (cm) entre los distintos tratamientos y el testigo. El tratamiento T8, con un diámetro de 8.47 cm, es el más efectivo, seguido por T5 (8.4 cm) y T2 (8.36 cm), que también presentan diámetros superiores y se agrupan en grupos distintos (A, B, y C

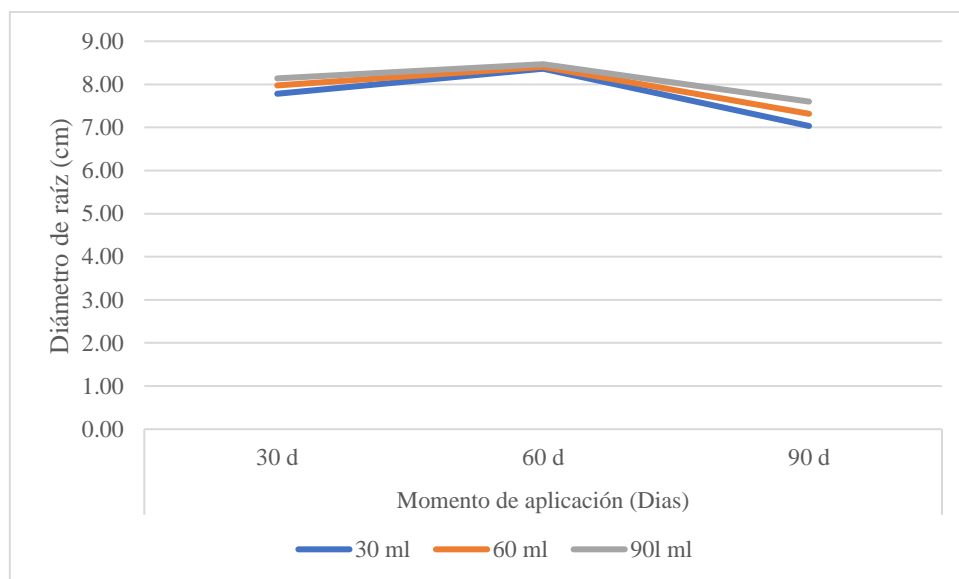
respectivamente). Los tratamientos T7 (8.14 cm) y T4 (7.98 cm) también mejoran el diámetro en comparación con el testigo, agrupándose en los grupos D y E.

El tratamiento T1 (7.78 cm) se encuentra en el grupo F, mientras que T9 (7.6 cm) y T6 (7.32 cm) se agrupan en los grupos G y H. T3, con un diámetro de 7.03 cm, pertenece al grupo I. El testigo, con un diámetro de 6.68 cm, tiene el rendimiento más bajo y está en el grupo J.

Todos los tratamientos que involucran la aplicación del bioestimulante Nutrigal Saphi Root resultaron en un mayor diámetro de raíz de zanahoria en comparación con el testigo. El tratamiento T8 fue el más efectivo, mientras que el testigo tuvo el menor rendimiento.

Figura 7

Diámetro de raíz, según la dosis del bioestimulante y el momento de aplicación (días).



Al analizar la interacción entre los factores de dosis y momento de aplicación en el diámetro de raíz de zanahoria (cm) (Figura 6), se observan que, para la dosis de 30 ml, se observa que el diámetro de raíz varía dependiendo del momento de aplicación. A los 60 días después de la siembra, se obtiene el mayor diámetro de raíz con 8.36 cm, mientras que a los 90 días después de la siembra se obtiene el menor diámetro de raíz con 7.03 cm.

Para la dosis de 60 ml, nuevamente se observa una variación en el diámetro de raíz en función del momento de aplicación. El mayor diámetro de raíz se obtiene a los 60 días después

de la siembra, con 8.40 cm, y el menor diámetro se observa a los 90 días después de la siembra, con 7.32 cm.

Finalmente, para la dosis de 90 ml, se observa que el diámetro de raíz es mayor a los 60 días después de la siembra, con 8.45 cm, y menor a los 90 días después de la siembra, con 7.6 cm.

Estos resultados indican que tanto la dosis del bioestimulante como el momento de aplicación tienen un impacto significativo en el diámetro de raíz de zanahoria. En todos los casos, el momento de aplicación a los 60 días después de la siembra resultó en el mayor diámetro de raíz, independientemente de la dosis aplicada. Esto indica que a los 60 días después de la siembra es el momento óptimo para aplicar el bioestimulante Nutrigal Saphi Root para maximizar el diámetro de la raíz de zanahoria.

El diámetro de raíz es otro parámetro crucial que influye en la capacidad de la planta para absorber nutrientes y agua. Los datos recopilados muestran una variabilidad aún más pronunciada en el diámetro de raíz que en la longitud. El estudio de Zambrana (2018) en La Paz destaca significativamente con un diámetro de 12.37 cm, más del doble que el siguiente valor más alto. Este resultado es notablemente diferente de los demás y podría requerir una investigación adicional para entender si se debe a factores ambientales únicos, prácticas de cultivo especiales, o posiblemente a diferencias en la metodología de medición. El segundo valor más alto proviene del estudio de Quino (2019) en Huacrachuco, con 5.72 cm, que también reportó la mayor longitud de raíz. Los estudios restantes muestran valores más cercanos entre sí: Barrientos (2014) en Pisac con 4.405 cm, Quijano (2022) en Huaraz con 4.15 cm, y Sarzuri y Arragán (2021) en La Paz con 3.87 cm. Esta variación en el diámetro de raíz podría tener implicaciones significativas en la capacidad de las plantas para acceder a recursos del suelo y, por ende, en su rendimiento general. Al igual que con la longitud, no se proporcionaron datos específicos para Chota, pero se infiere un buen desarrollo de raíz basado en el alto rendimiento reportado.

4.4. Peso de raíces

El análisis de varianza para peso de raíces de zanahoria se realizó en base a los datos obtenidos que se registra en los anexos, tabla 17.

Tabla 9*Análisis de varianza (ANOVA) para el peso de raíz.*

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Bloque	0.220	2	0.110	5.50	0.01367
Tratamientos	38.740	9	4.300	215.00	<0.0001
Dosis	5.31	2	2.66	133.00	<0.0001
Momento de aplicación	15.61	2	7.81	390.50	<0.0001
Dosis*Momento de aplicación.	0.45	4	0.11	5.50	0.00450
Error	0.430	18	0.020		
Total	60.760	29			

CV = 0.16 %

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el peso de raíz del cultivo de zanahoria tratado con el bioestimulante Nutrigal Saphi Root, se observa que el efecto de los bloques fue significativo (p-valor = 0.0136), lo cual indica que hubo diferencias significativas en el peso de raíz atribuibles a los bloques del experimento.

La interacción entre la dosis y el momento de aplicación del bioestimulante Nutrigal Saphi Root fue significativo (p-valor = 0.00450). Esto implica que el efecto de la dosis sobre el peso de raíz dependió del momento en que se aplicó el bioestimulante, y viceversa. Por lo tanto, se encontró un efecto significativo en el peso de raíz ante las combinaciones de dosis y momento de aplicación.

Al examinar los efectos principales, se observa que tanto la dosis del bioestimulante (p-valor = < 0.0001) como el momento de aplicación (p-valor < 0.0001) tuvieron un efecto significativo sobre el peso de raíz. Esto indica que al menos una de las dosis aplicadas y al menos uno de los momentos de aplicación propiciaron un peso de raíz diferente en comparación con los otros niveles de cada factor.

Por otro lado, el efecto de los tratamientos evaluados en su conjunto resultó significativo ($p\text{-valor} = < 0.0001$), evidenciando que al menos uno de los tratamientos difirió del resto en cuanto a al peso de raíz obtenida.

Tanto la dosis como el momento de aplicación del bioestimulante Nutrigal SAPHI Root influyeron de manera significativa en el peso de raíz del cultivo de zanahoria. Asimismo, estos factores interactuaron entre sí, de modo que el efecto de uno de ellos estuvo condicionado por los niveles del otro factor.

El coeficiente de variación es de 0.16 %, el cual es adecuado para el experimento desarrollado, además indica la variación promedio del peso de raíz de zanahoria dentro de cada tratamiento.

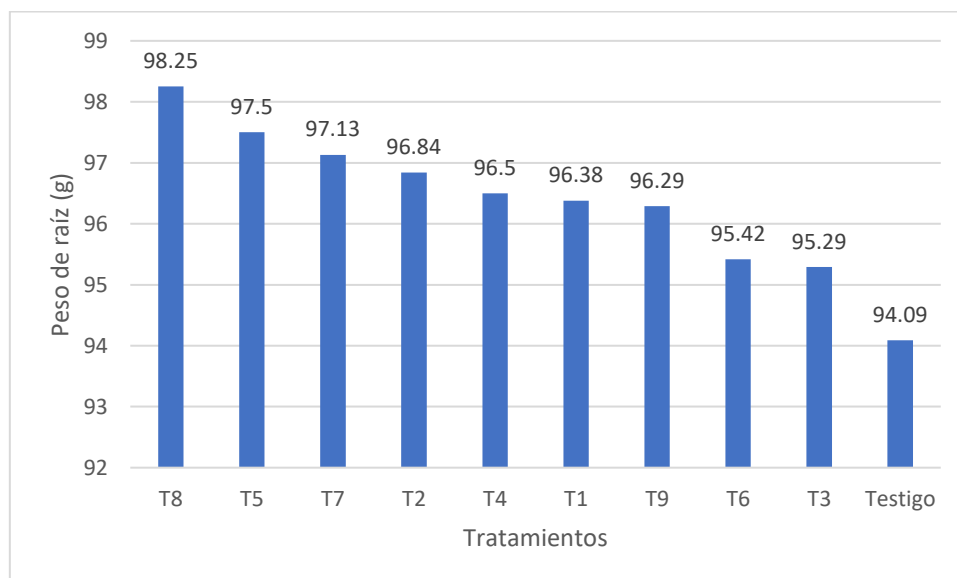
Tabla 10

Prueba de Tukey para el efecto de los tratamientos en el peso de raíz de la zanahoria (cm).

Tratamientos	Peso de raíz (g)	Agrupación
T8	98.25	A
T5	97.5	B
T7	97.13	BC
T2	96.84	CD
T4	96.5	DE
T1	96.38	E
T9	96.29	E
T6	95.42	F
T3	95.29	F
Testigo	94.09	G

Figura 8

Medias del peso de raíz de rendimiento de la zanahoria (cm).



La prueba de Tukey (Tabla 10 y Figura 8) muestra diferencias significativas en el peso de raíz de zanahoria (g) entre los tratamientos evaluados y el testigo. El tratamiento T8, con un peso de 98.25 g, es el más efectivo y se agrupa en el grupo A. Le siguen T5 (97.5 g) en el grupo B y T7 (97.13 g) en el grupo BC, todos mostrando un rendimiento superior al testigo.

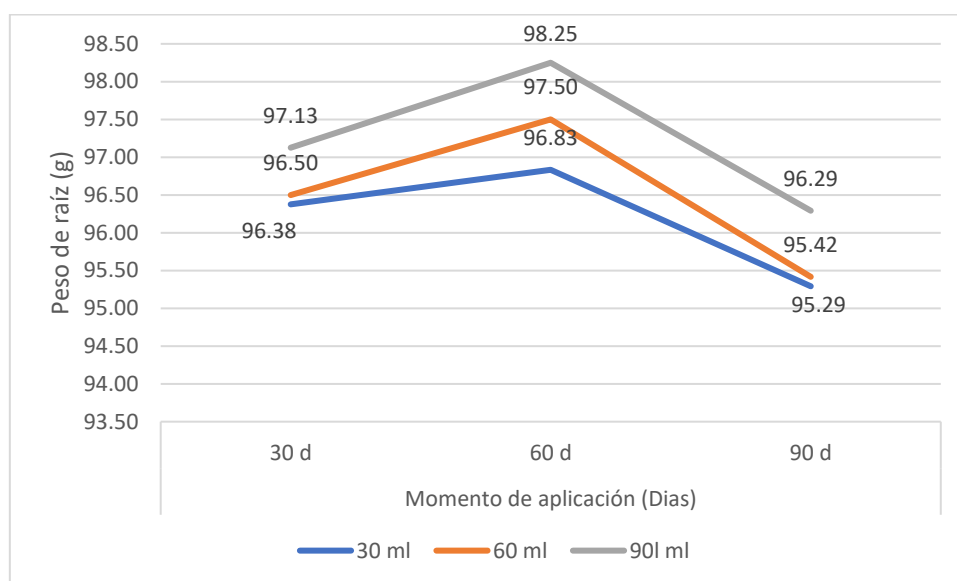
Los tratamientos T2 (96.84 g), T4 (96.5 g), T1 (96.38 g), y T9 (96.29 g) también superan al testigo, agrupándose en los grupos CD, DE y E respectivamente. Los tratamientos T6 (95.42 g) y T3 (95.29 g) se encuentran en el grupo F, mostrando un rendimiento mejorado pero inferior a los otros tratamientos.

El testigo, con un peso de 94.09 g, se agrupa en el grupo G y presenta el rendimiento más bajo. Esto confirma que todos los tratamientos con Nutrigal Saphi Root mejoraron significativamente el peso de raíz en comparación con el testigo, siendo T8 el más efectivo.

Todos los tratamientos que involucran la aplicación del bioestimulante Nutrigal Saphi Root resultaron en un mayor peso de raíz de zanahoria en comparación con el testigo. El tratamiento T8 fue el más efectivo, mientras que el testigo tuvo el menor rendimiento.

Figura 9

Peso de raíz según la dosis del bioestimulante y el Momento de aplicación (días).



Al analizar la interacción entre los factores de dosis y momento de aplicación en el peso de raíz de zanahoria (g), se observan que, con la dosis de 30 ml, el peso de raíz varía dependiendo del momento de aplicación. A los 60 días después de la siembra, se obtiene el mayor peso de raíz con 96.83 g, mientras que a los 90 días después de la siembra se obtiene el menor peso de raíz con 95.29 g.

Para la dosis de 60 ml, nuevamente se observa una variación en el peso de raíz en función del momento de aplicación. El mayor peso de raíz se obtiene a los 60 días después de la siembra, con 97.50 g, y el menor peso se observa a los 90 días después de la siembra, con 95.42 g. Para la dosis de 90 ml, se observa que el peso de raíz es mayor a los 60 días después de la siembra, con 98.25 g, y menor a los 90 días después de la siembra, con 96.29 g.

Estos resultados indican que tanto la dosis del bioestimulante como el momento de aplicación tienen un impacto significativo en el peso de raíz de zanahoria. En todos los casos, el momento de aplicación a los 60 días después de la siembra resultó en el mayor peso de raíz, independientemente de la dosis aplicada. Esto indica que a los 60 días después de la siembra es el momento óptimo para aplicar el bioestimulante Nutrigal Saphi Root para maximizar el peso de la raíz de zanahoria.

En Chota, aunque no se mencionan detalles específicos del peso de las raíces, el rendimiento total alto sugiere raíces pesadas. Quijano (2022) no especificó el peso de raíz, mientras que Sarzuri y Arragan (2021) informaron 90.25 g/planta en La Paz. En Huacrachuco, Quino (2019) reportó 252.79 g para el mejor tratamiento, y Zambrana (2018) en La Paz informó 117.4 g. Barrientos (2014) en Pisac alcanzó 80.7799 g/planta. Comparativamente, los rendimientos altos en Chota sugieren que las raíces tienen un peso competitivo, contribuyendo significativamente al rendimiento total.

Los pesos de raíces obtenidos pueden atribuirse a la eficiencia de absorción de nutrientes proporcionada por Nutrigal Saphi Root, que podría mejorar la absorción de agua y nutrientes, incrementando el peso de las raíces al promover un crecimiento más saludable y vigoroso. Además, factores como la disponibilidad adecuada de agua y la ausencia de estrés abiótico (sequía, temperaturas extremas) en Chota pueden haber contribuido a un mayor peso de las raíces.

4.5. Altura de planta de zanahoria

El análisis de varianza para altura de planta de zanahoria se realizó en base a los datos obtenidos que se registra en los anexos, tabla 18.

Tabla 11

Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Bloque	0.019	2	0.01	0.204	0.81726
Tratamientos	62.849	9	6.983	142.510	<0.0001
Dosis	5.82	2	2.91	59.388	<0.0001
Momento de aplicación	39.242	2	19.621	400.429	<0.0001
Dosis*Momento de aplicación	0.404	4	0.101	2.061	0.12851
Error	0.879	18	0.049		
Total	109.213	29			

CV = 0.48 %

El análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta del cultivo de zanahoria (Tabla 11) producto del efecto del bioestimulante Nutrigal Saphi Root en distintos momentos de aplicación muestra que el valor de significación obtenido para los bloques (p -valor = 0.08172) fue mayor que el 0.05. Esto indica que la altura de planta obtenido en los bloques no se diferenció significativamente entre sí.

En cuanto a la interacción entre la dosis y el momento de aplicación del Nutrigal Saphi Root, no se encontró significación (p -valor = 0.12851), dado que el valor de significación es mayor que el 0.05. Esto indica que el efecto de la dosis del Nutrigal Saphi Root sobre la altura de planta de la zanahoria es independientemente del momento en que se aplique. En otras palabras, el Nutrigal Saphi Root no genera cambios significativos en la altura de planta de las zanahorias en función del momento de aplicación.

Al examinar los efectos principales, se observa que la dosis del Nutrigal Saphi Root tuvo un efecto significativo (p -valor = <0.0001) sobre la altura de planta. Esto indica que al menos una de las dosis aplicadas produjo una altura de planta diferente en comparación con las otras dosis. Respecto al momento de aplicación, se encontró un efecto significativo (p -valor = <0.0001) en la altura de planta, lo que indica que al menos uno de los momentos es más apropiado para la aplicación del bioestimulante.

Por otro lado, al considerar los tratamientos, se encontró que el valor de significación (p -valor = <0.0001) es menor que 0.05, lo cual evidencia que al menos con uno de los tratamientos se obtuvo una altura de planta significativamente diferente a la altura de planta obtenido con los demás tratamientos.

Tanto la dosis del bioestimulante Nutrigal Saphi Root como el momento de aplicación influyen significativamente en la altura de planta del cultivo de zanahoria. Sin embargo, no se observa una interacción significativa entre estos factores, lo que indica que cada uno actúa de manera independiente sobre la altura de planta.

El coeficiente de variación es de 0.48 %, el cual es adecuado para el experimento desarrollado, además indica la variación promedio de la altura de planta de zanahoria dentro de cada tratamiento.

Tabla 12

Prueba de Tukey para los efectos independientes de cada factor en la altura de plantade zanahoria.

Dosis (ml)	Altura de planta (cm)	Agrupación
90	46.56	A
60	46.02	B
30	45.42	C
Momento de aplicación	Altura de planta (cm)	agrupación
60	47.29	A
30	46.31	B
90	44.39	C

En la Tabla 12, se muestra los resultados de la prueba de Tukey para los efectos independientes del bioestimulante Nutrigal Saphi Root y el momento de aplicación en la altura de planta de zanahoria. En cuanto a la dosis del bioestimulante, se observa que la mayor altura de planta se obtiene con la dosis de 90 ml, alcanzando una media de 46.56 cm. Esta dosis se agrupa en el grupo A, lo que indica su superioridad en términos de efectividad. La dosis de 60 ml, con una media de 46.02 cm, se agrupa en el grupo B, mostrando un rendimiento ligeramente inferior al de 90 ml, pero aún superior al de 30 ml. La dosis de 30 ml, con una media de 45.42 cm, se encuentra en el grupo C, presentando la menor altura de planta entre las tres dosis evaluadas. Estos resultados indican que una mayor dosis del bioestimulante está asociada con un incremento en la altura de la planta de zanahoria, siendo la dosis de 90 ml la más efectiva. En relación con el momento de aplicación, los datos muestran que la aplicación a los 60 días después de la siembra produce la mayor altura de planta, con una media de 47.29 cm, situándose en el grupo A. Este momento de aplicación se identifica como el más adecuado para maximizar la altura de la planta. La aplicación a los 30 días después de la siembra, con una media de 46.31 cm, se agrupa en el grupo B, indicando un rendimiento bueno pero inferior al de los 60 días. La aplicación a los 90 días después de la siembra resulta en la menor altura de planta, con una media de 44.39 cm, y se agrupa en el grupo C. Estos resultados indican que la aplicación del bioestimulante a los 60 días es la más efectiva para aumentar la altura de la planta de zanahoria, seguida de la aplicación a los 30 días, mientras que la aplicación a los 90 días es la menos efectiva.

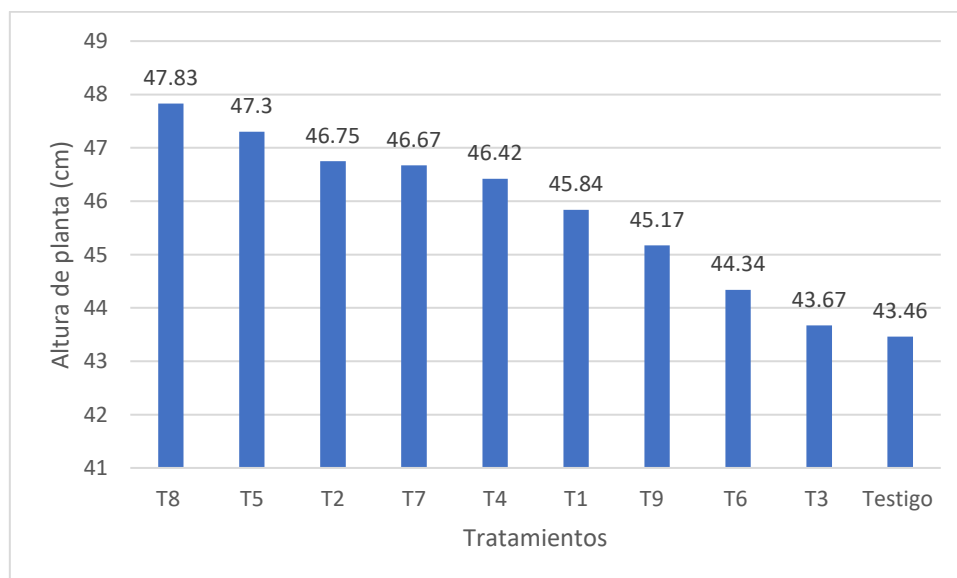
Tabla 13

Prueba de Tukey para el efecto de los tratamientos en la altura de planta de zanahoria.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	agrupación
T8	47.83	A
T5	47.3	AB
T2	46.75	BC
T7	46.67	BC
T4	46.42	CD
T1	45.84	D
T9	45.17	E
T6	44.34	F
T3	43.67	G
Testigo	43.46	G

Figura 10

Medias de la altura de planta de zanahoria.



Al realizar la prueba de Tukey para evaluar el efecto de los distintos tratamientos en la altura de planta de zanahoria (cm), se observan que el tratamiento T8 se destaca por producir la mayor altura de planta, con una media de 47.83 cm, perteneciendo al grupo A. Esto indica que T8 es el tratamiento más efectivo en términos de aumento de altura de las plantas. Le sigue

el tratamiento T5, con una altura media de 47.3 cm, que se agrupa en el grupo AB, mostrando un rendimiento ligeramente inferior al de T8, pero aún superior al resto de los tratamientos.

Los tratamientos T2 y T7, con alturas medias de 46.75 cm y 46.67 cm, respectivamente, se agrupan en el grupo BC. Esto indica que estos tratamientos tienen un efecto similar en la altura de planta, aunque menos pronunciado que los tratamientos T8 y T5. El tratamiento T4, con una media de 46.42 cm, se encuentra en el grupo CD, mostrando una efectividad intermedia.

El tratamiento T1, con una media de 45.84 cm, se agrupa en el grupo D, indicando una disminución en la efectividad en comparación con los tratamientos mencionados anteriormente. Los tratamientos T9 y T6, con alturas medias de 45.17 cm y 44.34 cm, se agrupan en los grupos E y F, respectivamente, mostrando una efectividad aún menor.

Los tratamientos T3 y el testigo presentan las menores alturas de planta, con medias de 43.67 cm y 43.46 cm, respectivamente, ambos perteneciendo al grupo G. Esto indica que estos tratamientos no aportan mejoras significativas en comparación con la ausencia de tratamiento (testigo).

La altura de las plantas en Chota no se menciona específicamente, pero el rendimiento total alto sugiere un crecimiento vigoroso. Quijano (2022) en Huaraz reportó una altura de 16.9 cm, mientras que Sarzuri y Arragan (2021) informaron 38.06 cm en La Paz, notablemente alta. Zambrana (2018) en La Paz reportó alturas de 16.6 cm (T2), y Barrientos (2014) en Pisac no especificó la altura. Los resultados en Chota sugieren que las plantas son saludables y competitivas en altura, contribuyendo al rendimiento elevado observado.

En altura de planta es probable que las plantas en Chota también hayan mostrado un crecimiento robusto debido al efecto estimulador del Nutrigal Saphi Root, que podría contener hormonas de crecimiento o compuestos bioactivos que promueven el alargamiento de los tallos y el desarrollo foliar. Además, prácticas agronómicas adecuadas, como el espaciamiento correcto y el manejo del riego, pueden haber optimizado el crecimiento de las plantas en Chota, contribuyendo a su altura y vigor.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La dosis de 90 ml/mochila produjo el rendimiento más alto (81,506.44 kg/ha), seguido por la dosis de 60 ml/mochila (81,238.22 kg/ha) y 30 ml/mochila (80,772.67 kg/ha). La prueba de Tukey reveló diferencias significativas entre estas dosis, indicando que el rendimiento aumenta con dosis mayores del bioestimulante.

La aplicación a los 60 días después de la siembra resultó en el rendimiento más alto (82,491.89 kg/ha), seguida por la aplicación a los 30 días (81,444.11 kg/ha) ya los 90 días (79,581.33 kg/ha). La prueba de Tukey mostró diferencias significativas entre estos momentos, sugiriendo que la aplicación a los 60 días es óptima para maximizar el rendimiento.

Los análisis estadísticos revelaron interacciones significativas entre la dosis de Nutrigal Saphi Root y el momento de aplicación para la longitud, diámetro y peso de raíz (p-valores < 0.0001, < 0.0001, y 0.00450, respectivamente). La combinación de 90 ml aplicadas a los 60 días después de la siembra produjo los valores más altos en estos parámetros (longitud: 15.3 cm, diámetro: 8.45 cm, peso: 98.25 g), mientras que 30 ml a los 90 días resultó en los valores más bajos (longitud: 12.26 cm, diámetro: 7.03 cm, peso: 95.29 g). Aunque no hubo interacción significativa para la altura de planta (p-valor = 0.12851), la dosis de 90 ml y la aplicación a los 60 días resultaron en las mayores alturas (46.56 cm y 47.29 cm, respectivamente). Estos resultados indican que la aplicación de 90 ml de Nutrigal Saphi Root a los 60 días después de la siembra optimiza tanto el rendimiento como la calidad de la zanahoria.

En todos los parámetros evaluados (rendimiento, longitud, diámetro y peso de raíz, y altura de planta), el testigo (sin aplicación de Nutrigal Saphi Root) mostró los valores más bajos. Esto indica que la aplicación del bioestimulante, independientemente de la dosis y el momento, mejora significativamente estos parámetros en comparación con la no aplicación.

5.2. Recomendaciones

Se sugiere a los agricultores monitorear sus cultivos después de implementar estas recomendaciones. Si las condiciones locales (tipo de suelo, clima, variedad de zanahoria) difieren significativamente de las del estudio, podrían ser necesarios ajustes menores en la dosis o el momento de aplicación.

Se recomienda a las instituciones agrícolas locales ya la empresa proveedora del bioestimulante organizar talleres y demostraciones de campo para capacitar a los agricultores en el uso correcto de Nutrigal Saphi Root, enfatizando la dosis de 90 ml/mochila y la aplicación a los 60 días después de la siembra.

A los investigadores agrícolas, se les recomienda realizar estudios adicionales para evaluar la interacción del bioestimulante con diferentes variedades de zanahoria, condiciones de suelo y clima, y prácticas de manejo. Esto ayudará a afinar aún más las recomendaciones ya entender mejor los mecanismos por los cuales Nutrigal Saphi Root mejora el rendimiento y la calidad.

Se sugiere realizar un análisis costo-beneficio para cuantificar el beneficio económico de la aplicación del bioestimulante a la dosis y momento recomendados. Esto ayudará a convencer a más agricultores de adoptar esta práctica.

CAPITULO V

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agraria.pe. (2021). Perú produjo 192.126 toneladas de zanahoria en el 2020. *Agencia Agraria de Noticias*. <https://agraria.pe/noticias/peru-produjo-192-126-toneladas-de-zanahoria-en-el-2020-24214>
- Amigo, J. A. (2018). *Dónde se cultiva la zanahoria*. Mundo Huerto. <https://www.mundohuerto.com/cultivos/zanahoria/donde-se-cultiva>
- Andrade, F. H. (2017). *Los desafíos de la Agricultura*. 1a ed. Acassuso: International Plant Nutrition Institute. https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/779/CR%20Bs.As.Sur_EEA%20Balcarce_Andrade_FH_Los%20desaf%20c%20ados%20de%20la%20agricultura.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Angulo, F. R. (2009). *Evaluación de cuatro bioestimulantes comerciales en el desarrollo de plantas injertadas de cacao (Theobroma cacao L.) cultivar nacional*. [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Ecuador]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/319/1/13T0621.pdf>
- Barrientos, E. (2014). Utilización de diferentes dosis de biol en la producción de zanahoria (*Daucus carota* L.) en el distrito de Pisac – Cusco. [Tesis de Grado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/981/253T20140026.pdf?sequence=1>
- Bastidas, R. C. (2015). *Estudio del efecto de la aplicación de sanitizantes en la calidad de zanahoria (Daucus carota L.) de IV gama*. [Tesis de Grado, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10505/1/CD-6218.pdf>

- Bustíos, C.; Martina, M.; Arroyo, R. (2013). Deterioro de la calidad ambiental y la salud en el Perú actual. *Revista Peruana de Epidemiología*, vol. 17, núm. 1, pp. 1-9. <https://www.redalyc.org/pdf/2031/203128542001.pdf>
- Calero, J. E. y Velásquez, A. N. (2023). *Producción de cinco variedades de café (Coffea) con la aplicación de tres bioestimulantes en el centro experimental Sacha Wiwa*. [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/11351/1/PIM-000736.pdf>
- Cardona, W. A. y Bolaños, M. M. (2019). *Manual de nutrición del cultivo de mora de Castilla (Rubus glaucus Benth.) bajo un esquema de buenas prácticas en fertilización integrada*. AGROSAVIA. <https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/35452/libro%20mora%20digital.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Coloma, J. M. (2022). *Efectos del uso de las principales fitohormonas aplicadas al cultivo de melón (Cucumis melo) en el Ecuador*. [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13154/E-UTB-FACIAGING%20AGRON-000429.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Díaz, A.; Cayón, G. y Mira, J. J. (2007). Metabolismo del calcio y su relación con la "mancha de madurez" del fruto de plátano. *Agronomía Colombiana*, 25 (2), 280-287. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652007000200010&lng=en&tlng=es.
- Espinoza, G. (2020). *Zanahoria, Daucus carota. Propiedades y beneficios, cultivo*. Naturaleza y Ecología. <https://naturaleza.animalesbiologia.com/plantas/verduras/zanahoria-daucus-carota>
- Espinoza, N.; Ramírez, E.; Cruz, N. S.; Cervantes, A.; Zafra, Q. Y. Compuestos antioxidantes y su bioaccesibilidad in vitro de la zanahoria (*Daucus carota*): Cambios por procesos térmicos. *Publicación semestral, Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, Vol. 10, No.

- Forero, F. E.; Cely, G. E.; Neira, D. E. (2015). Requerimientos hídricos de la zanahoria (*D. carota* L.) durante tres etapas de su desarrollo. *Ciencia y Agricultura*, vol. 12, núm. 2, pp. 43-50. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560058661005>
- Gallardo, N. G. 1998. *Efecto de la aplicación de bioestimulantes en floración de palto (Persea americana) Mill. cv. Hass sobre la cuaja y retención de frutos*. [Tesis de Grado, Universidad Católica de Valparaíso]. <http://www.fichier-pdf.fr/2012/05/23/biost1avocatier/biost-avocatier.pdf>
- Gil, A. I., Marroquín, M., & MARTÍNEZ, L. (2012). Efecto del zinc sobre la inducción de ramas productivas en gulupa (*Passiflora edulis* Sims). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 6 (2), 152-160. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-21732012000200004&lng=en&tlng=es
- González, F.; Herrera, J.; López, T.; & Cid, G. (2014). Productividad del agua en algunos cultivos agrícolas en Cuba. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23(4), 21-27. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542014000400004&lng=es&tlng=es
- Gottau, G. (2019). *Zanahorias: propiedades, beneficios y su uso en la cocina*. Vitónica. <https://www.vitonica.com/alimentos/zanahorias-propiedades-beneficios-su-uso-cocina>
- Granados, E. F. (2015). *Efecto de bioestimulantes foliares en el rendimiento del cultivo de berenjena; Ocós, San Marcos*. [Tesis de Grado, Universidad Rafael Landívar]. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2015/06/17/Granados-Erick.pdf>
- Gutiérrez, M. V.; & Torres, J. (2013). Síntomas asociados a la deficiencia de boro en la palma aceitera (*Elaeis guineensis* JACQ.) en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 24 (2), 441-449. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212013000200021&lng=en&tlng=es

Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura [INTAGRI, S. C.]. (s. f.). La función de los nutrientes esenciales parte II. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/funcion-de-nutrientes-esenciales-parte-2-micronutrintes>

Instituto Peruano de Economía [IPE]. (2022). Producción agropecuaria en Cajamarca se recuperó en 2021. *IPE. Instituto Peruano de Economía*. <https://www.ipe.org.pe/portal/produccion-agropecuaria-en-cajamarca-se-recupero-en-2021/>

Izquierdo, J. (2022). *Bioestimulantes y Biofertilizantes: diferencias, mecanismos de acción, resultados y regulación en Uruguay*. SEDRA. https://www.researchgate.net/profile/Juan-Izquierdo-4/publication/363408237_Bioestimulantes_y_Biofertilizantes/links/631b311570cc936cd3f614b6/Bioestimulantes-y-Biofertilizantes.pdf

Jarma, A. J.; Combatt, E. M.; & Cleves, J. A. (2010). Aspectos nutricionales y metabolismo de *Stevia rebaudiana* (Bertoni). Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 28 (2), 199-208. Recuperado el 22 de marzo de 2024, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652010000200009&lng=en&tlng=es

Landívar, J. A. (2023). *Los macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio, en la producción del cultivo de papaya (Carica papaya L.) en Ecuador*. [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/14104/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000287.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

León, J. C. (2021). *Perú produjo 192.126 toneladas de zanahoria en el 2020*. Agraria.pe. <https://agraria.pe/noticias/peru-produjo-192-126-toneladas-de-zanahoria-en-el-2020-24214>

Melgarejo, L. M. (2010). *Experimentos en fisiología vegetal*. Primera edición. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11144/Experimentos%20en%20Fisiolog%c3%ada%20Vegetal%209789587196689.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Morales, J. M. (2021). Efecto del uso de nanofertilizantes e hidrotenedores en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.). [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33822/1/Tesis-290%20%20Ingenier%20Agron%20mica%20-%20Morales%20P%20a9rez%20Jessica%20Marisol.pdf>
- Nina, D. (2020). *Evaluación de tres variedades de zanahoria (Daucus carota L.) en invernadero y a campo abierto en el municipio de la ciudad de La Paz*. [Tesis de Grado, Universidad Mayor San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/25659/T-2833.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ortega, G. J.; Chonillo, P.; Narváez, W.; Fuentes, T., & Ayón, F. (2022). Evaluación de cuatro bioestimulantes en la inducción de la resistencia sistémica en pepino (*Cucumis sativus* L.) y tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) en monocultivo y cultivo asociado en invernadero. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 13(2), 69-79. Epub 31 de agosto de 2022. <https://doi.org/10.36610/j.jsars.2022.130200069>
- Ortiz, R. (2015). Síntesis de la evolución del conocimiento en edafología. *Revista Eubacteria*. N° 34. https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/48175/1/Sintesis_de_la_evoluci%C3%B3n_del_conocimiento_en_Edafolog%C3%ADa_Eubacteria34.pdf
- Palacio, N. (2020). *Cadena de valor sostenible para zanahorias (Daucus carota) imperfectas en Cundinamarca, Colombia*. [Tesis de Grado, Colegio de Estudios Superiores de Administración – CESA]. https://repository.cesa.edu.co/bitstream/handle/10726/2512/ADM_1020823953_2020_1.pdf?sequence=6&isAllowed=y
- Partida, L.; Díaz, T.; Cortegaza, L.; Zazueta, N. D. y Cazarez, L. L. (2022). Compilación sobre nutrimentos, sustancias donde se les encuentra y síntomas que ocasionan cuando su concentración disminuye en las plantas. *UCE Ciencia. Revista de postgrado*. Vol. 10(3). <http://uceciencia.edu.do/index.php/OJS/article/view/296>

- Pérez, L. C.; Rodríguez, L. E.; & Gómez, M. I. (2008). Efecto del fraccionamiento de la fertilización con N, P, K y mg y la aplicación de los micronutrientes B, mn y zn en el rendimiento y calidad de papa criolla (*Solanum phureja*) variedad Criolla Colombia. *Agronomía Colombiana*, 26(3), 477-486. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652008000300013&lng=en&tlng=es
- Quijano, M. H. (2022). Fertilización química y biofertilización biol en el rendimiento del cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.) VAR. Royal Chantenay en independencia, Huaraz – 2019. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. https://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/5102/T033_43315082_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Quinde, K. M. (2023). *El molibdeno sobre el desempeño agronómico de los cultivos*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/6040/quinde-montero-katherine-melissa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quino, B. M. (2019). Efecto de tres biofermentos en el rendimiento de zanahoria (*Daucus carota* L.) Var. Royal Chantenay en condiciones agroecológicas de Huacrachuco – Huanuco. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Hermilio Valdizan Huánuco]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/4892>
- Richmond, F. J. (2009). *Evaluación agronómica de 12 cultivares comerciales de zanahoria (Daucus carota L.) en Cot, Cartago*. [Tesis de Grado, Universidad de Costa Rica]. <https://repo.sibdi.ucr.ac.cr/bitstream/123456789/3064/1/30057.pdf>
- Rimache, M. (2011). *Biohuertos, agricultura ecológica*. Ediciones de la U. <https://www.casadellibro.com/libro-biohuertos-agricultura-ecologica/9788492650095/1255895>
- Rodríguez, M. y Flórez, V. J. (s. f.). *Elementos esenciales y beneficiosos*. Universidad Nacional de Colombia.

<https://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/3133/F13.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rojas, C. R. (2023). *Efectos de la aplicación de bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de Solanum lycopersicum L. “tomate” bajo condiciones de Pativilca*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez]. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/7737/PDF%20-TESIS-TOMATE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ross, M. (2004). *Importancia del magnesio para altos rendimientos sostenibles en palma de aceite*. Portal revistas, PALMELIT. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1071>

SANIVEG PERÚ S.A.C. (s. f.). Nutrición vegetal. Lima – Perú. <https://saniveg.com/>

Sarango, K. M. (2023). *Aprovechamiento de legumbres y tubérculos en el desarrollo de una línea de repostería fina a base de métodos y técnicas vanguardistas y tradicionales para implementarlas en la carta de la Cafetería Kaweh Coffe Shop, Loja 2023*. [Trabajo de Investigación, Instituto Superior Tecnológico Sudamericano]. http://dspace.tecnologicosudamericano.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/801/1/Proyecto%20de%20Titulacion%20-%20Kevin%20Sarango_compressed.pdf

Sarzuri, T. (2018). *Evaluar el efecto de distintos niveles de abono orgánico líquido enriquecido en el comportamiento agronómico del cultivo de la zanahoria (Daucus carota L.) en la estación experimental de Patacamaya*. [Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/17057/T-2514.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Silverio, E. J. (2014). *Evaluación de Productos Energizantes Vegetales y la Interacción entre Ellos (Alubion, Nitrorg y Cén) en Tomate de Cáscara (Physalis ixocarpa) Var. Titán, para el Incremento en la Producción*. [Tesis de Grado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. <http://www.repositorio.uaaan.mx:8080/bitstream/handle/123456789/6510/K%206311>

3%20Silverio%20Mata%2c%20Esmeralda%20Jackelin.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sosa, E. (2019). El devenir de los mercados alternativos en la Zona Metropolitana del Valle de México: 2003-2019. *Universidad Nacional Autónoma de México*.
[dx.doi.org/10.5154/r.rga.2019.64.01](https://doi.org/10.5154/r.rga.2019.64.01)

Tamara, L. A. (2016). *Macronutrientes y micronutrientes*. Universidad de Sucre.
https://www.academia.edu/40050646/MACRONUTRIENTES_Y_MICRONUTRIENTES_en_las_plantas_fisiolog%C3%ADa_vegetal

Tapia, J. (2021). Respuesta del cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.) a diferentes láminas de riego en el valle de Cajamarca. [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/4077/TESIS%20JOSU%2c%20TAPIA%20DELGADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Torres, J. R. (2018). *Efecto de tres bioestimulantes orgánicos en el crecimiento y desarrollo de plántulas de café (Coffea arabica), variedad Catimor, bajo condiciones de vivero distrito de Shunté, provincia de Tocache*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto].
<https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/3490/1/AGRONOMIA%20-%20Jaime%20Rafael%20Torres%20L%2c%20b3pez.pdf>

Vargas, F. A. (2023). *Bioestimulantes en el cultivo de fresa*. [Tesis de Grado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
<https://repositorio.uaaan.mx/bitstream/handle/123456789/48996/K%2068237%20Vargas%20Torres%2c%20F%2c%20a9lix%20Aar%2c%20b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Veobides, H.; Guridi, F.; & Vázquez, V. (2018). Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. *Cultivos Tropicales*, 39(4), 102-109.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362018000400015&lng=es&tlng=es

- Villa, J. F. (2012). *Producción de semilla de zanahoria (Daucus carota L.) en el oriente antioqueño*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Colombia].
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/21673/59741_57907.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Wohlfeiler J.; Alessandro, M. S.; Cavagnaro, P. F.; Oghievski, D.; Galmarini, C. R. (2021). *Floración en zanahoria (Daucus carota L.): respuesta de diversos genotipos a la vernalización y fotoperiodo*. Asociación Argentina de Horticultura.
https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/175357/CONICET_Digital_Nro.6ffd7582-b232-45b2-80ed-f60ecfc70fe9_B.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Zambrana, F. (2018). Efecto de aplicación de té de estiércol en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota L.*) en la comunidad corpa provincia Ingavi departamento de la Paz. [Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andrés].
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18396/TS-2552.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

Figura 11

Resultados del análisis de laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : JOSE DENIS BENAVIDES GALVEZ

Departamento : CAJAMARCA

Distrito : CHOTA

Referencia : H.R. 81598-258C-23

Bolt.: 6241

Provincia : CHOTA

Predio :

Fecha : 15/09/2022

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
17067		5.5	1.01	28.61	3.8	14.3	253	34	23	43	Ar.	13.60	10.98	1.86	0.61	0.15	0.00	13.60	13.60	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Lily Tello Peramás
 Jefa del Laboratorio

Tabla 14*Evaluación del rendimiento (kg).*

BLOQUE	TRATAMIENTOS									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	TESTIGO
BI	80806.000	82413.000	78664.000	81689.000	82498.000	80008.000	81898.000	82546.000	80102.000	64508.000
BII	79998.000	82441.000	80008.000	81780.000	82492.000	78886.000	82008.000	82540.000	80106.000	65506.000
BIII	81424.000	82512.000	78688.000	81408.000	82501.000	79882.000	81986.000	82484.000	79888.000	65806.000
PROM.	80742.667	82455.333	79120.000	81625.667	82497.000	79592.000	81964.000	82523.333	80032.000	65273.333

Tabla 15*Evaluación de la longitud de raíz (cm).*

BLOQUE	TRATAMIENTOS									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	TESTIGO
BI	12.80	14.39	12.19	13.25	14.89	11.34	13.85	15.45	12.26	10.72
BII	12.86	14.55	12.05	13.18	14.91	11.18	13.78	15.48	12.24	10.66
BIII	12.87	14.49	12.55	13.30	14.97	10.89	13.77	14.96	12.23	10.54
PROM.	12.84	14.47	12.26	13.24	14.92	11.13	13.80	15.29	12.24	10.64

Tabla 16*Evaluación del diámetro de raíz (cm).*

BLOQUE	TRATAMIENTOS									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	TESTIGO
BI	7.78	8.35	7.01	7.98	8.41	7.33	8.14	8.46	7.60	6.66
BII	7.80	8.36	7.05	7.99	8.39	7.33	8.13	8.48	7.59	6.68
BIII	7.78	8.38	7.04	7.96	8.41	7.30	8.15	8.46	7.61	6.69
PROM.	7.78	8.36	7.03	7.98	8.40	7.32	8.14	8.47	7.60	6.68

Tabla 17*Evaluación del peso de raíz (kg).*

BLOQUE	TRATAMIENTOS									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	TESTIGO
	96.500	97.125	95.250	96.750	97.500	95.625	97.000	98.375	96.250	94.125
	96.375	96.875	95.375	96.500	97.750	95.375	97.125	98.250	96.375	94.000
	96.250	96.500	95.250	96.250	97.250	95.250	97.250	98.125	96.250	94.125
PROM.	96.375	96.833	95.292	96.500	97.500	95.417	97.125	98.250	96.292	94.083

Tabla 18

Evaluación de altura de planta (cm).

BLOQUE	TRATAMIENTOS									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	TESTIGO
BI	45.88	46.88	44.00	46.13	47.13	44.38	46.50	47.98	45.25	43.25
BII	45.75	46.63	43.75	46.38	47.38	44.38	46.63	47.63	45.25	43.38
BIII	45.88	46.75	43.25	46.75	47.38	44.25	46.88	47.88	45.00	43.75
PROM.	45.83	46.75	43.67	46.42	47.29	44.33	46.67	47.83	45.17	43.46

Figura 12

Preparación de terreno.



Figura 13

Distribución de tratamientos.



Figura 14

Germinación.



Figura 15

Preparación de tratamientos.



Figura 16

Aplicación de tratamientos.



Figura 17

Aplicación de herbicida.



Figura 18

Cultivo a los 40 días.



Figura 19

Evaluación de rendimiento.



Figura 20

Rendimiento por m².



Figura 21

Evaluación del peso de raíz.



Figura 22

Evaluación del diámetro de la raíz.



Figura 23

Evaluación de altura de planta.

