



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
DIRECCIÓN DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Trabajo de Tesis

**Estimulación biológica del crecimiento de
zanahoria (*Daucus carota* L.) para la producción
de semillas bajo el método biointensivo, Finca el
Plantel**

Autor

Br. Clark Ernesto Skaling González

Asesores

MSc. Rosario Chavarría Sánchez

MSc. Javier Ignacio Silva Rivera

Presentado a la consideración del Honorable Comité
Evaluador Como requisito final para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua

Diciembre, 2025



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

DIRECCIÓN DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Trabajo de Tesis

**Estimulación biológica del crecimiento de
zanahoria (*Daucus carota* L.) para la producción
de semillas bajo el método biointensivo, Finca el
Plantel**

Autor

Br. Clark Ernesto Skaling González

Asesores

MSc. Rosario Chavarría Sánchez

MSc. Javier Ignacio Silva Rivera

Presentado a la consideración del Honorable Comité
Evaluador Como requisito final para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua

Diciembre, 2025

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la Dirección de Ciencias Agrícolas como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Comité Evaluador

MSc Víctor Monzón Ruíz
Presidente

Ing. Ericka Cabezas Fonseca
Secretario

MSc Markelyn Rodríguez Zamora
Vocal

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, 05 de diciembre del 2025

DEDICATORIA

Este trabajo en primera parte va dedicado a Dios, por ser la fuente de toda sabiduría y portador de la verdad, a él agradezco inmensamente su gran bondad en no apartar su vista de mí y permitirme ser triunfador en cada obstáculo a lo largo de este trayecto.

A mí madre **María Lourdes Guzmán** por ser el pilar central de mi vida y por quien este trayecto fue posible, cada palabra y anhelo hoy son realidad, gracias al incesante apoyo que con sudor y esfuerzo pudo brindarme, gracias a la paciencia y ejemplo de perseverancia los cuales fueron mis guías para no desistir en cada paso hacia la meta. A mis hermanos, quienes a lo largo de este trayecto de una u otra forma fueron parte de este largo camino y con quienes pude compartir como compañeros de vida cada logro y derrota de los cuales hoy obtengo frutos.

A mis asesores y docentes, quienes, con el conocimiento, el acompañamiento y dedicación formaron en mí valores que guiaran mi vida profesional y de los cuales pude tomar ejemplos de visión y esfuerzo.

Finalmente, a mis amigos y compañeros con los cuales compartí largas jornadas de trabajo, dudas, inseguridades y aprendizaje, a aquellos quienes me mostraron la calidez de la cercanía y amistad; con los que el peso de cada reto era más llevadero. Cada conversación, cada momento compartido y cada gesto de voluntad y apoyo quedo guardado en la memoria de un largo camino hacia la meta.

Este trabajo no solo es un resultado del fruto de mis esfuerzos, es también el reflejo de todos aquellos que estuvieron acompañándome en el camino, que me sostuvieron y me impulsaron hacia adelante, a ustedes que infundieron en mi aliento de superación dirijo esta página.

Br. Clark Ernesto Skaling González

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco de manera inconmensurable a Dios por ser el dador de vida, fuente de fortaleza y sabiduría, sin él este logro no sería posible. A él agradezco cada oportunidad, cada fuerza renovada en medio del cansancio y la incertidumbre, por ser la luz del camino en donde las dificultades parecían más grandes que mis capacidades, este triunfo es de él, por qué me permitió confiar en el propósito que hay en cada paso de mi vida.

A mí madre con todo mi corazón le agradezco, por ser mi motor de impulso y mi ejemplo de superación y lucha incansable. Su gran amor, su enorme sacrificio cauteloso y sus palabras incesantes de apoyo y compromiso, fueron mi sostén en mis momentos de debilidad. Por depositar fe en mí, la cual fue mi mayor impulso a creer que los sueños son alcanzables con perseverancia y gran humildad. A mis hermanos por acompañarme en este proceso y brindarme su apoyo y cariño, agradecido por estar presentes en cada etapa y recordarme el gran valor de la unión familiar.

A mis asesores un agradecimiento profundo, quienes con compromisos y dedicación me guiaron en este camino académico. Sus orientaciones la cuales fueron más que solo palabras y correcciones; convirtiéndose en lecciones de aprendizaje y enseñanzas de vida, permitiéndome crecer como persona y profesional. De igual manera, agradezco a mis docentes, los cuales desde un inicio sembraron valores, conocimientos y motivaciones. Cada clase y consejo fueron granos que permitieron construir este presente.

Finalmente, agradezco a mis amigos, compañeros y conocidos, con los cuales no solo compartí un espacio académico, sino también momentos de amistad, apoyo y compromiso. De tal manera que los logros, retos y procesos fueron más llevaderos, en especial a aquellas amistades que con sus palabras me alentaban y me recordaban que este camino nunca lo recorrí en soledad.

A todos y a cada uno de ustedes, les dedico esta página con la certeza que cada palabra mencionada y en cada meta alcanzada se encuentra un pedacito de su apoyo, amor y confianza

Br. Clark Ernesto Skaling González

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1. Origen de la zanahoria	4
3.2. Morfología y botánica de la zanahoria	4
3.2.1. Floración de la zanahoria	5
3.2.2. Ciclo de vida	5
3.2.3. Variedad Shin Kuroda	6
3.3. Importancia del cultivo de zanahoria en Nicaragua	6
3.4. Semillas de hortalizas en Nicaragua	7
3.5. Etapa fenológica del cultivo de zanahoria	8
3.6. Método biointensivo	9
3.6.1. Principios del método biointensivo	9
3.6.2. Preparación de la cama de cultivo	10
3.6.3. Doble excavación	10
3.6.4. Abonado de camas	10
3.7. Insumos biológicos	11
3.7.1. Micorrizas	11
3.7.2. Bacteria solubilizadoras de fósforo	11

3.7.3.	Pseudomonas fluorescens	12
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	14
4.1.	Ubicación del estudio	14
4.2.	Diseño experimental	16
4.2.1.	Muestreo y tomada de datos	17
4.2.2.	Preparación de los tratamientos	17
4.3.	Descripción de los tratamientos	18
4.4.	Manejo del ensayo y metodologías	18
4.4.1.	Preparación de camas	18
4.4.2.	Aplicación de tratamientos al momento de la siembra	19
4.4.3.	Siembra del experimento	19
4.5.	Variables evaluadas	19
4.6.	Análisis de datos	21
4.7.	Manejo de factores no sujetos a evaluación	21
4.7.1.	Manejo de plagas	21
4.7.2.	Riego	22
4.7.3.	Fertilización	22
4.7.4.	Manejo de arvenses	22
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
5.1.	Altura de la planta (cm)	23
5.2.	Número de hojas por planta	27
5.3.	Número de umbelas por planta	30
5.4.	Peso de mil semillas	32
5.5.	Rendimiento en gramos por m ²	33
VI.	CONCLUSIONES	36
VII.	RECOMENDACIONES	37
VIII.	LITERATURA CITADA	38
IX.	ANEXOS	43

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Descripción de los tratamientos utilizados en el estudio	18
2.	Descripción de los productos para el manejo de plagas en el cultivo de zanahoria	22
3.	Resultado de la interacción de los factores en la altura de las plantas de zanahoria	25
4.	Resultado de la interacción de los factores en la altura de las plantas de zanahoria	28
5.	Resultados del número de umbelas para el primer momento de siembra	30
6.	Resultados del número de umbelas para el segundo momento de siembra	31
7.	Separación de medias para los dos factores en estudio sobre la variable de rendimiento de semillas de zanahoria g/m ²	34

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Ubicación del Centro de Capacitación Investigación y Demostración del Método Biointensivo de Cultivos, Finca El Plantel	14
2.	Precipitaciones mm/día en el Centro Biointensivo, datos obtenidos de NASA POWER Data Access Viewer (DAV)	15
3.	Temperaturas máximas del Centro Biointensivo, datos obtenidos de NASA POWER Data Access Viewer (DAV)	15
4.	Temperaturas mínimas del Centro Biointensivo, datos obtenidos de NASA POWER Data Access Viewer (DAV)	16
5.	Humedad relativa registrada en el Centro Biointensivo, datos obtenidos de NASA POWER Data Access Viewer (DAV)	16
6.	Resultado de la altura de las plantas de zanahoria para el primer momento de siembra	23
7.	Resultado de la altura de las plantas de zanahoria para el segundo momento de siembra	24
8.	Resultados del número de hojas en plantas de zanahoria para el primer momento de siembra	27
9.	Resultados del número de hojas/planta de zanahoria para el segundo momento de siembra	28
10.	Resultados del número de hojas en plantas de zanahoria para el segundo momento de siembra	33

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Preparación del lugar de estudio	43
2. Aplicación de tratamientos	43
3. Levantamiento de variables	43
4. Manejo de plagas	44
5. Evaluación del primer momento de siembra	44
6. Efecto de los tratamientos sobre las raíces	44
7. Inicio de la etapa reproductiva	45
8. Desarrollo de semillas	45
9. Trillado y pesado de semillas	45
10. Afectaciones por plagas y enfermedades en las raíces	46
11. Plagas identificadas durante el estudio	46
12. Plano de campo	46
13. Hoja de campo para las variables de crecimiento vegetativo	47
14. Hoja de campo para variables de crecimiento vegetativo y etapa de reproducción	47
15. Análisis de varianza para altura de las plantas de zanahoria	48
16. Separación de medias para los tratamientos evaluados sobre la altura de las plantas	48
17. Separación de media para los momentos de siembra evaluados sobre la altura de la planta	48
18. Separación de media para los dos factores en estudio sobre la altura de las plantas	48
19. Análisis de varianza para el número de hojas en las plantas de zanahoria	49

20.	Separación de medias para los momentos de siembra en estudio sobre el número de hojas	49
21.	Separación de media para los dos factores en estudio sobre el número de hojas	49
22.	Análisis de varianza para el número de umbelas en las plantas de zanahoria	49
23.	Separación de medias para los tratamientos evaluados sobre el número de umbelas	50
24.	Separación de medias para los momentos de siembra en estudio sobre el número de umbelas	50
25.	Análisis de varianza para el rendimiento de semillas de zanahoria por g/m ²	50
26.	Separación de media para los dos factores en estudio sobre el rendimiento de semillas g/m ²	50

RESUMEN

La producción de semillas de hortalizas en Nicaragua por ser un país tropical es escasa, lo cual ha conllevado a la importación de semillas de otros países. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la estimulación biológica del crecimiento de zanahoria (*Daucus carota* L.) para producción de semillas bajo el método biointensivo. El estudio consistió en un diseño bifactorial de bloques completo al azar de cuatro bloques y tres tratamientos, se evaluaron dos momentos de siembra que corresponden a la siembra del seis de diciembre del 2024 (siembra temprana) y seis de enero del 2025 (siembra normal). El tamaño de cada bloque fue representado por una cama biointensiva de 1.25m de ancho por 6.27m de largo, para un área total de 7.84 m². El área de cada tratamiento fue de 0.56 m de ancho por 0.795 m de largo, teniendo un área de 0.45 m² y un área total proyectada de 31.36 m². Para el muestreo se seleccionaron seis plantas por cada tratamiento y momento de siembra. Los tratamientos evaluados fueron: *Pseudomona fluorescens*, Micorrizas y el testigo absoluto. Las variables evaluadas fueron las siguientes: número de hojas, altura de la planta, número de umbelas, y rendimiento en g/m². El análisis estadístico consistió en un análisis de varianza y separaciones de medias mediante Tukey con un nivel de significancia de 0.05, En la siembra normal los resultados demuestran que los tratamientos estimularon el desarrollo vegetativo de las plantas de zanahoria resultando en mayor altura del tallo, desarrollo foliar, siendo los mejores resultados con la aplicación de Micorrizas y *P. fluorescens*, La mayor formación de umbelas fue del tratamiento Micorrizas en ambos momentos de siembra diferido del testigo y *P. fluorescens*. El tratamiento con mayor rendimiento fue Micorrizas para la siembra normal. El mayor peso de mil semillas fue para el testigo en ambos momentos de siembra, seguido de Micorrizas y *P. fluorescens* en la siembra normal.

Palabras claves: bioinsumos, momentos de siembra, hortalizas

ABSTRACT

Vegetable seed production in Nicaragua is scarce due to its tropical climate, which has led to the importation of seeds from other countries. The objective of this study was to evaluate the biological stimulation of carrot (*Daucus carota* L.) growth for seed production using the biointensive method. The study consisted of a two-factor completely randomized block design with four blocks and three treatments. Two planting times were evaluated, corresponding to planting on December 6, 2024 (early planting) and January 6, 2025 (normal planting). The size of each block was represented by a biointensive bed 1.25 m wide by 6.27 m long, for a total area of 7.84 m². The area of each treatment was 0.56 m wide by 0.795 m long, with an area of 0.45 m² and a total projected area of 31.36 m². For sampling, six plants were selected for each treatment and planting time. The treatments evaluated were *Pseudomonas fluorescens*, mycorrhiza, and absolute control. The variables evaluated were as follows: number of leaves, plant height, number of umbels, and yield in g/m². The statistical analysis consisted of an analysis of variance and Tukey's mean separation test with a significance level of 0.05. In normal sowing, the results show that the treatments stimulated the vegetative development of the carrot plants, resulting in greater stem height and leaf development, with the best results being achieved with the application of mycorrhizae and *P. fluorescens*. The greatest formation of umbels was observed in the mycorrhiza treatment at both sowing times, compared to the control and *P. fluorescens*. The treatment with the highest yield was mycorrhiza for normal sowing. The highest thousand-seed weight was for control at both sowing times, followed by mycorrhiza and *P. fluorescens* in normal sowing.

Key words: bio-inputs, planting times, vegetables

I. INTRODUCCIÓN

El origen de la zanahoria remonta ya hace más de 3000 años antes de Cristo y los expertos botánicos sitúan el origen de esta en Afganistán máxime a la gran variedad presente en ese lugar (Ministerio de Economía Familiar, Comunitaria, Cooperativa y Asociativa [MEFFCA], 2024).

En Nicaragua las zonas productoras de hortalizas son Jinotega, Matagalpa y Estelí. (Producción de Hortalizas registra crecimiento sostenido en volumen, calidad e inocuidad en Nicaragua, 2021) Siendo los principales productores de zanahoria Jinotega con un área del 77.5% a nivel nacional y el 74.6 % de los productores, seguido de Matagalpa con el 25.4% de productores a nivel nacional y con un área del 22.5% del territorio Nacional (Ministerio Agropecuario (MAG), s.f).

La producción nacional de zanahoria para el ciclo productivo 2023-2024 estima que tuvo un incremento de más del 6.8% con respecto del ciclo anterior 2022-2023; con una producción de 520, 000 quintales. (Sistema Nacional de Producción Consumo y Comercio, 2023). Para el grupo de hortalizas se obtuvieron resultados con el cumplimiento del 92.8% de la meta y una disminución del 1.2% con relación al ciclo anterior (Sistema Nacional de Producción, Consumo y Comercio, 2024). Para el ciclo productivo 2024-2025 se obtuvieron resultados en zanahoria de más del 14.1%. (Sistema Nacional de Producción, Consumo y Comercio, 2025).

Estudios de otros países han demostrado el avance en el desarrollo de métodos para la producción de semillas de zanahoria como en el caso de Cuba desarrollado por Pérez *et al.*, (1988), demostrando la producción de semillas de zanahoria bajo el método convencional, en Perú desarrollado por Tirilly & Bourgeois (2002) y España llevado a cabo por Villeneuve (2002), con el uso de factores físicos (temperaturas) para poder obtener semillas, uno de ellos es el método semilla a semilla (donde no se escogen las zanahorias para la producción de las semillas) y el otro método es el método semillas-raíz-semilla (donde se escogen las zanahorias para la producción de semillas y se inducen a almacenamientos de temperaturas frías para acelerar la floración).

La producción de hortalizas se limita por carencia de tecnificación y debido a eso surgen otros factores adyacentes como la falta de financiamiento, la falta de agrupaciones en asociaciones concretas formales y la falta de trabajo en equipo, por lo general de manera individual conlleva

a situaciones de alto costo de producción (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2004).

Estudios del IICA. (2004), la falta de implementación de estrategias de producción de semillas de hortalizas está enfocada en elementos específicos debido esto a las condiciones y la demanda de los productos, como es el caso de la cebolla amarilla, melón, sandía y espárrago que tienen una visualización de exportación por lo cual se desarrollan estrategias de producción y mejoramiento de reproducción con semillas mejoradas, de alto rendimiento.

Wilches *et al* (2023) demuestran que el uso de inoculantes microbianos y los biofertilizantes son estrategias eficientes que han demostrado mejorar el rendimiento de los cultivos bajo condiciones de estrés, al emplear mecanismos como cambios en la arquitectura del sistema radicular, inducción de resistencia sistémica y regulación de la expresión de genes de respuesta al estrés en el cultivo de uchuva, haciendo el uso de la combinación de hongos formadores de micorrizas arbusculares (HFMA) y bioproducto como son las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (BPCV).

Moscoso (2022) demuestra que el uso de micorrizas en el cultivo de sandía mejora las características de las plantas, directamente proporcional al incremento de los rendimientos y permitiendo el desarrollo de las raíces de las plantas significativamente.

Estudios realizados por Karankumar *et al* (2008) demuestran que el género *Pseudomonas* mejoró significativamente el crecimiento vegetal de las plantas de tomate registrando una mayor altura, mayor rendimiento del fruto y absorción de nutrientes.

Carletti *et al* (2003) menciona que la mayoría de las bacterias pertenecientes al género *Pseudomonas* spp se han utilizado para promover el crecimiento vegetal, pertenecen al grupo de las fluorescentes de acuerdo con la clasificación de Pellenori (1984). Se han demostrado que ciertas cepas de fluorescentes como *P. fluorescens* y *P. putida* están adaptadas para colonizar la rizosfera y por ello se describen como de potencial interés agronómico. (Schippers *et al.*,1987)

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la estimulación biológica del crecimiento de zanahoria (*Daucus carota* L.) para producción de semillas bajo el método biointensivo, Finca El Plantel.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar la estimulación biológica del crecimiento de zanahoria (*Daucus carota* L.) para la producción de semillas bajo el método biointensivo, Finca El Plantel.

2.2. Objetivos específicos

Determinar el efecto de hongos micorrízicos y *Pseudomona fluorescens* más *B. subtilis* sobre variables vegetativas en el cultivo de zanahoria.

Evaluar el rendimiento de producción de semillas de zanahoria en dos momentos de siembra con diferentes bioinsumos microbiales.

Comparar dos momentos de siembra del cultivo de zanahoria con el crecimiento vegetativo y rendimiento de semillas.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Origen de la zanahoria

El origen de la zanahoria remonta ya hace más de 3000 años antes de cristo y los expertos botánicos sitúan el origen de esta en Afganistán máxime a la gran variedad presente en ese lugar (Ministerio de Economía Familiar, Comunitaria, Cooperativa y Asociativa [MEFFCA], 2024).

Los orígenes de la zanahoria suelen ser confundidos en el tiempo, se conoció primeramente el zanahoria color morada en el oriente hace ya tres mil años y la condición afrodisíaca por los griegos y romanos. Durante la edad media la zanahoria de color morado predominaba y se extendía entre los años XVII y XVIII (Durán, 2013).

3.2. Morfología y botánica de la zanahoria

La zanahoria pertenece a la familia de las Apiáceas (umbelliferae) (Durán, 2013), comprendido por otras hortalizas como lo es el apio, el perejil entre otros.

Su clasificación taxonómica según Huerres & Caraballo (1988),

División: Macrophylliphyta

Subdivisión: Magnoliophytina

Clase: Paeonopsida

Orden: Araliales

Familia: Apiaceae

Género: *Daucus*

Especie: *Daucus carota* L

La zanahoria cultivada (*Daucus carota* L) es una planta bianual: el primer año produce una roseta de hojas y reservas carbonadas en su raíz; el en segundo año, después de la vernalización, utiliza esas reservas para producir un tallo floral que comprende varias ramificaciones de

diferentes órdenes y umbelas. En el segundo año puede llegar a alcanzar una altura de 1.5 m (Villeneuve, 2002).

La zanahoria pertenece a la familia de las Apiáceas (Umbelíferas) que comprenden que comprende también otras hortalizas tales como el apio y el perejil, entre otros. La principal característica de la zanahoria es la cantidad de carotenos en particular β -carotenos (Tirilly & Bourgeois, 2002).

3.2.1. Floración de la zanahoria

Según Longo Mai; Forum Civique Européen., (s.f) la inflorescencia de la zanahoria es una umbela compuesta por pequeñas flores que suelen ser hermafroditas, los estambres u órganos masculinos generalmente son los primeros en madurar antes que los pistilos u órganos femeninos debido a esto no sucede una autofecundación dentro de una misma flor. Por otro lado, las flores de una umbela no se desarrollan al mismo tiempo entorno a esto la polinización de las flores puede suceder por medio de dos umbelas de una misma flor o por umbelas de diferentes plantas, es decir las umbelas de las zanahorias son alógamas y depende mucho de los insectos polinizadores.

Los frutos de la zanahoria conocidos como semillas son diaquenos soldados por una cara plana; en la cual se producen dos semillas secas muy pequeñas e indehiscentes (Durán, 2013).

3.2.2. Ciclo de vida

Las variedades de zanahoria orientales tienden a comportarse como plantas anuales al cultivarse en regiones con periodos largos con periodos largos, es decir que estas producirán semillas al cabo de un año de cultivo. Las zanahorias occidentales producirán sus semillas a los dos años de cultivo. Durante el primer año desarrollaran su raíz y una roseta de hojas, a su vez, necesitan un periodo de temperaturas bajas (invierno) para luego florecer y producir sus semillas durante el segundo año (Longo Mai; Forum Civique Européen, s.f).

3.2.3. Variedad Shin Kuroda

Muchas variedades de zanahoria son reconocidas y de ella se derivan variedades poco conocidas, de estas se tienen ejemplos de la antigua Chantenay francés (chantane), la cual fue la base de la creación de la novedosa variedad Kuroda. Fue después tres años, que la variedad fue ingresada en el Registro Estatal de Plantas de la Federación de Rusia en la Región del Cáucaso Norte en 2004 (República de Daguestán, Ingushetia, Adygea, Chechenia, Kabardino-Balkarchaya, Crimea, RNO-Alania, Territorio de Krasnodar y Stavropol, región de Rostov), considerando que esta nueva variedad no corresponde a un híbrido (Variedad de zanahoria Kuroda: fotos, reseñas, descripciones, características, s.f).

3.3. Importancia del cultivo de zanahoria en Nicaragua

En Nicaragua no se conoce el origen de la zanahoria, algunos tratadistas lo ubican en Europa y otros en Asia, debido a esto no se cuenta con información verídica que respalde como se introdujo la zanahoria en América y Cuba (Huerres y Caraballo, 1988).

Aunque no se conoce con certeza el origen, muchos especialistas coinciden en que el género *Daucus* cuenta con diversas especies que se originan de la cuenca del mediterráneo, el suroeste de Asia, África, Australia, Nueva Zelanda y el continente americano norte. (Carballo *et al.*, 2001)

Las zonas productoras de hortalizas son Jinotega, Matagalpa y Estelí. (Producción de Hortalizas registra crecimiento sostenido en volumen, calidad e inocuidad en Nicaragua, 2021) Siendo los principales productores de zanahoria Jinotega con un área del 74.6% a nivel nacional, seguido de Matagalpa con 25.4% (Ministerio Agropecuario (MAG), s.f).

Según Zeledón, (2021) la producción de hortalizas se desarrolla en los departamentos de Matagalpa, Jinotega, Estelí, Madriz, Nueva Segovia, Masaya, Boaco, Granada, Chinandega, Chontales y Managua, siendo las principales hortalizas con impacto económico son cebolla blanca (*Allium cepa* L.) y cebolla amarilla (*Allium cepa* L.), lechuga (*Lactuca sativa* L.), repollo (*Brassica oleracea* var *capita*), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), zanahoria (*Daucus carota* L.), papa (*Solanum tuberosum* L.) y chiltoma (*Capsicum annuum* L.), entre otros.

La zanahoria en Jinotega presenta en los meses de mayo un establecimiento de 41.5 ha⁻¹, con rendimientos promedios de 39 938 kg/ ha⁻¹ y en julio un establecimiento de 40.8 ha⁻¹ con rendimientos promedios de 38 010 kg/ ha⁻¹ (Zeledón, 2021).

Para el cultivo de zanahoria el ciclo 2020-2021 demuestra un aumento de producción de 17.1% en comparación a los resultados del ciclo anterior. En los últimos 10 años ha demostrado un crecimiento de 773.8%. (Producción de Hortalizas registra crecimiento sostenido en volumen, calidad e inocuidad en Nicaragua, 2021). La producción de hortalizas registrado para los meses de febrero y marzo del año 2023 según el plan nacional de producción 2022/2023 para el cultivo de zanahoria se obtuvo una cosecha con un volumen total de 34 872 quintales (MEFCCA, 2024).

3.4. Semillas de hortalizas en Nicaragua

La producción de Nicaragua se encuentra liderada principalmente por los cultivos de granos básicos, y tan solo un 10.5 % corresponde a la producción de vegetales y frutas frescas, esto debido principalmente a las condiciones forzadas que necesitan para poder desarrollarse y conservarse, existiendo así en Nicaragua la única posibilidad de utilización de sistemas de ventilación (aire forzado) (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2004).

La producción de hortalizas se limita por carencia de tecnificación y debido a eso surgen otros factores adyacentes como la falta de financiamiento, la falta de agrupaciones en asociaciones concretas formales y la falta de trabajo en equipo, por lo general de manera individual conlleva a situaciones de alto costo de producción.

Estudio del IICA (2004), la falta de implementación de estrategias de producción de semillas de hortalizas está enfocada en elementos específicos debido esto a las condiciones y la demanda de los productos, como es el caso de la cebolla amarilla, melón, sandía y espárrago que tienen una visualización de exportación por lo cual se desarrollan estrategias de producción y mejoramiento de reproducción con semillas mejoradas, de alto rendimiento.

En Nicaragua no se cuenta con políticas o estrategias que hablen de manera eficiente la producción de semillas de hortalizas, no se cuenta con el desarrollo ni los recursos para los

pequeños productores de hortalizas, lo cual ha conllevado a la importación de semillas de otros países como Estados Unidos mediante distribuidores locales con permisos especiales de fraccionamiento en cantidades según la demanda otorgados por el Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria.

3.5. Etapa fenológica del cultivo de zanahoria

Las diferentes fases fenológicas, al igual que en otras especies de plantas, van a depender de la variedad y el momento de siembra. Se consideran las siguientes fases según (Huerres y Carballo, 1988; Carballo *et al.*, 2001)

- a. La germinación hasta el desarrollo inicial
- b. Del desarrollo inicial hasta la formación de la raíz carnosa
- c. De la formación de la raíz carnosa hasta la cosecha o madurez botánica

Yzarra y López (2012) describe las etapas fenológicas de la zanahoria en cinco fases

- a. Emergencia; aparición de los cotiledones por encima de la superficie del suelo
- b. Primer par de hojas verdaderas; se hace visible el primer par de hojas verdaderas por encima de los cotiledones
- c. Aparición de la quinta hoja verdadera; por encima del segundo par de hojas verdaderas comienza a formarse la quinta hoja verdadera
- d. Hinchazón de la raíz; la raíz principal comienza a engrosar su diámetro y es posible la visibilización de grietas sobre toda la raíz o en la punta de esta
- e. Maduración; en este punto las hojas comienzan a tomar un olor amarillento y posterior café, indicio de que la raíz ha completado su desarrollo y maduración (p. 32)

Enmarcado en las fases fenológicas del cultivo de la zanahoria Godwn *et al* (2023) describe las describe de la siguiente manera

Fase juvenil; comprendido por crecimiento vegetativo

Fase de vernalización; comprendido por la transición de la etapa vegetativa a la reproductiva

Fase de desarrollo floral; comprendido por la inducción del meristemo de los brotes, inducción del meristemo y desarrollo florales

Fase de floración y desarrollo de semillas; en dónde se realiza la polinización y fertilización, formación y desarrollo de semillas y la cosecha de semillas. (p. 3)

3.6. Método biointensivo

“Se conoce como sistema biointensivo al método ecológico de pequeña escala centrado para el autoconsumo. Este integra el principio de rendimiento altos en poco espacio con un bajo consumo de agua y el aprovechamiento de la naturaleza” (Centro de Información e Innovación-Asociación para el Desarrollo Social de Nicaragua (CII-ASDENIC), 2016).

“Se conoce como sistema sustentable debido a la incorporación de pocos fertilizantes orgánicos y la utilización de semillas criollas. Este método es adaptable a diferentes escenarios climáticos, siendo en su mayoría ejecutado de manera manual.” (p.3)

3.6.1. Principios del método biointensivo

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2013), los principios o fundamentos del método biointensivo son:

- a. Doble excavación
- b. Uso de compost
- c. Siembra cercana
- d. Asociación y rotación de cultivos
- e. Uso de semillas de polinización abierta
- f. Cultivo para producción de composta y generación de carbono y calorías

g. Cuidado integral

3.6.2. Preparación de la cama de cultivo

Se conoce como cama, cantero, camellón, melga o tablón al área en donde se realizará la siembra o el trasplante de los cultivos. Para lo cual es necesario formar estructuras de suelo idóneas y ricos en nutrientes para el constante crecimiento sano de las plantas. En vista de esto, las dimensiones recomendadas son de 65 metros de largo, 1.5 metros de ancho y 0.60 metros de profundidad (Jeavons, 1991). Los arreglos de las camas deben ser puntuales en cuanto fertilidad y la porosidad de esta, estas proporcionan un mejor desarrollo radicular de las plantas, permitiendo de igual manera el movimiento constante de los nutrientes hacia el tallo y las hojas. (pp. 8,11)

3.6.3. Doble excavación

Denominado con este término a la acción o proceso de preparar una cama excavando una profundidad de 0.60 metros. Se conocen cuatro formas de preparación profunda de suelo; doble excavación inicial, doble excavación de mantenimiento, doble excavación de acondicionamiento completo y la preparación utilizando la barra en forma de “U” (Jeavons, 1991).

3.6.4. Abonado de camas

Las aplicaciones de los abonos se realizan posterior de la estructuración de la cama en donde se les da una forma redondeada a los bordes del camellón para evitar el deslave de este. Este proceso varía según el tipo de suelo, reconociendo que en suelos arcillosos es conveniente aplanar la parte superior y bordear los bordes levemente. Una vez aplicado todos los abonos estos deben ser integrados a la capa superficial, para lo cual, se utilizan herramienta como el biello, el cual se introduce a profundidad de 10 a 15 cm y luego se levanta haciendo movimientos ligeros de zarandeo (Jeavons, 1991).

Los abonos como el estiércol promueven el crecimiento de microorganismos, en estos cuentan con sustancias tanto animales como vegetales los cuales han pasado por un proceso de composteo tanto en el interior del animal como en su apilado luego de ser

excretado. Al aplicarse este tipo de compost debe tenerse en cuenta las cantidades, en biointensivo se tiende a buscar un equilibrio entre fósforo y potasio, ambos superiores al nitrógeno; esto permite el desarrollo vigoroso de plantas. El método biointensivo es promotor del uso de compost, el cual ha tenido un incremento considerable en su demanda, asegurando una producción continua a partir de desechos vegetales y animales a partir de suelos vivos siendo este sostenible. (pp. 33-35)

3.7. Insumos biológicos

Los bioinsumos son productos a base de organismos vivos derivados o naturales con la finalidad de ser aplicados en la agricultura, estos productos son amigables con el medio ambiente. Esto va desde un efecto que incide directamente en la planta como lo son el crecimiento o desarrollo, en el control de plagas, pueden ayudar en el aumento de la producción y pueden ser agentes de ayuda en el combate del estrés biótico y abiótico sobre los cultivos (Staroninsky et al., 2021).

La utilización de bioestimulantes en la producción y el creciente conocimiento de los métodos de acción, impulsa a un desarrollo e implementación de herramientas para mejorar en el sector agrícola para asegurar la inocuidad y la calidad nutricional (Benavides, 2021).

3.7.1. Micorrizas

Las asociaciones Micorrizas son relaciones simbióticas entre las raíces de las plantas y los hongos del suelo. (Carrillo et al., 2022). La función principal de esta asociación simbiótica es el intercambio de nutrientes. Por un lado, la planta le da al hongo carbono adquirido vía fotosintética y el hongo ofrece principalmente nitrógeno y fósforo (Smith & Read, 2008).

Una simbiosis prácticamente universal, no sólo porque la mayoría de las especies vegetales son susceptibles de ser micorrizadas, sino también, porque puede estar presentes en la mayoría de los hábitats naturales (Carranza, 2006).

3.7.2. Bacteria solubilizadoras de fósforo

Uno de los nutrientes más necesarios y, paradójicamente, más deficitarios para los cultivos es el fósforo (P). A pesar de un relativo alto contenido de fósforo total en la mayoría de los suelos,

el 98% tienen un inadecuado suplemento de fósforo disponible para la nutrición de los cultivos, condición que induce deficiencias en distinto grado de severidad, con graves repercusiones en los niveles de productividad y rendimiento. (Patiño & Sanclemente, 2014). La utilización biotecnológica de microorganismos con capacidad para solubilizar las reservas fosfóricas del suelo merece especial atención por sus múltiples ventajas.

La zanahoria al tratarse de una raíz de consumo, el potasio (K_2O) y el fósforo (P_2O_5) juegan un importante rol en el resultado productivo. La planta de zanahoria absorbe más fósforo de los niveles superiores del suelo, pero también absorbe una cantidad interesante desde los 60 a 90 cm de profundidad, aunque tienen una mejor respuesta al fósforo recién aplicado que al residual (McPharlin *et al.*, 1994).

3.7.3. *Pseudomonas fluorescens*

La solubilización de fosfatos es una de las funciones que se ha convertido en un tema de investigación por su importancia en la agricultura. Entre los géneros que bacterianos que poseen esta cualidad destacan *Bacillus* sp, *Stenotrophomonas* sp, *Burkholderia* sp, *Pseudomonas* sp, *Rhizobium* sp, *Vibrio proteolyticus*, *Enterobacter aerogenes*, *Atreptomycetes* sp, entre otros (Bobadilla & Rincón, 2008).

La presencia de estas bacterias en el suelo aumenta la cantidad de diferentes iones, uno de estos es el fósforo que, al ser hidrolizado con enzimas como fitasas, facilitan la movilidad de este elemento en el suelo y los transforman en un compuesto accesible para la planta (Fernández & Rodríguez, 2006).

Las bacterias que se asocian con la producción de ácidos orgánicos que solubilizan fosfato son generalmente Rizobacterias entre las que se encuentran: *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Agrobacterium*, *Flavobacterium*, *Rhizobium*, *Yarrowia*, *Streptosporangium*, *Aerobacter*, *Achromobacter* y *Erwinia*. Se describe la enzima de la glucosa deshidrogenasa en la vía de oxidación directa (DO), la cual se encuentra involucrada en el proceso de la solubilización de fosfato mineral en bacterias Gram negativas (Corrales et al., 2014).

La solubilización del fosfato se da como resultado de la acidificación del espacio periplásmico por los ácidos producidos de la DO de la glucosa y otros azúcares aldosa reductasa por la glucosa deshidrogenasa. (pp. 70-71)

Entre los ácidos que se generan por esta vía son: ácido acético, láctico, málico, succínico, tartárico, oxálico y ácido cítrico, siendo los más fuertes los ácidos glucónicos y 2-cetoglucónicos capaces de actuar como quelantes de Ca^{+2} en condiciones apropiadas y acidifican el medio, necesario para la disolución de fosfatos de calcio (fosfato tricálcico o hidroxapatita), además de ser importante en el metabolismo intracelular de las bacterias, entre las que destacan, *Achromobacter*, *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Escherichia*, *Flavobacterium*, *Mycobacterium*, *Pseudomonas* y *Serratia* (Corrales *et al.*, 2014).

Pseudomonas spp, es un género de bacterias Gram negativas en forma de bastoncillos que no desarrollan esporas. (Compant *et al.*, 2005). Una de las características de esta especie es la producción de compuestos fluorescentes, de ahí el origen de su nombre, adicionalmente, estas cepas pueden ejercer un efecto directo en las plantas a través de la síntesis de fitohormonas, vitaminas, estimulación de la germinación de las semillas y emergencia de plántulas, inhibición de síntesis de etileno y solubilización de fósforo inorgánico (Santoyo *et al.*, 2012).

Pseudomona fluorescens se adapta fácilmente al suelo para sobrevivir y colonizar el sistema radículas de las plantas. (Santoyo *et al.*, 2016) . Este mecanismo inicialmente es atribuido al movimiento flagelar, a mayor motilidad habrá mayor colonización y el grado de infección dependerá de la especie vegetal y de las condiciones de crecimiento (Bowers & Parke, 1993).

La dinamización del fósforo en el suelo es gracias a los microorganismos, los cuales mediante procesos de mineralización, inmovilización y solubilización son capaces de proporcionar pequeñas cantidades asimilables, esto como parte de su metabolismo nutricional (Patiño-Torres & Sanclemente-Reyes, 2014). Las fuentes orgánicas no están directamente en la nutrición microbiana, son conllevadas a hidrolizarse por la acción de eximas fosfatasas, producidas y secretadas al suelo por los microorganismos (Singh & Satyanarayana, 2012).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

El estudio se realizó en el Centro de Capacitación Investigación y Demostración del Método Biointensivo de Cultivos, finca El Plantel adscrito a la Universidad Nacional Agraria bajo las coordenadas 12.117613 latitud Norte y -86.092435 longitud Oeste, ubicado en la carretera Masaya-Tipitapa en el kilómetro 30, en el periodo de diciembre 2024 – septiembre 2025.

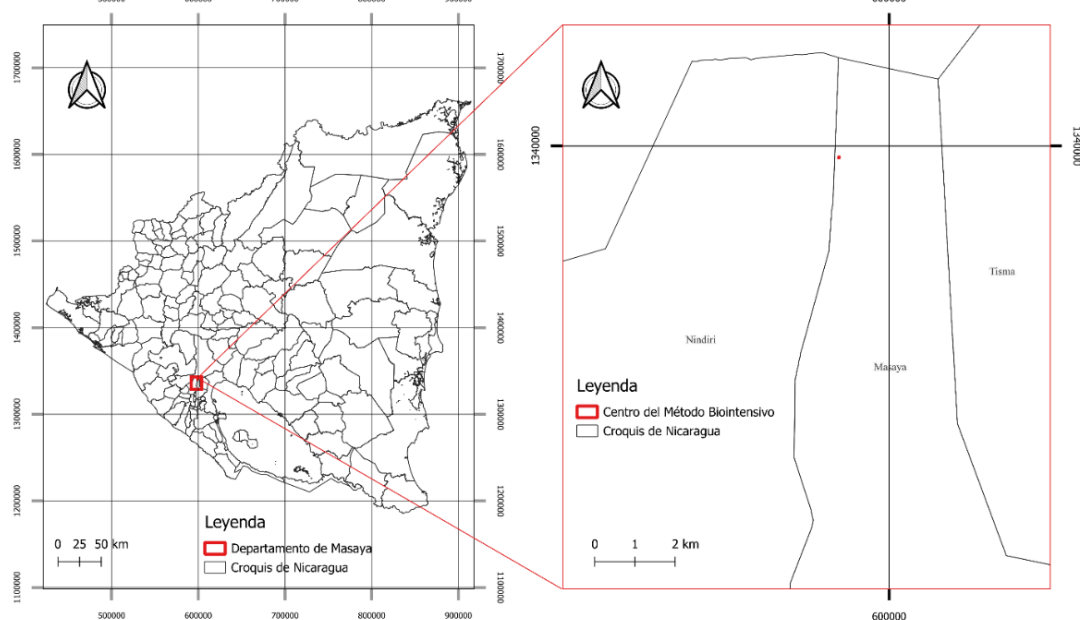


Figura 1. Ubicación del Centro de Capacitación Investigación y Demostración del Método Biointensivo de Cultivos, Finca El Plantel

Clima

De acuerdo con los datos obtenidos de NASA POWER Data Access Viewer (DAV) para la ubicación del Centro de Capacitación Investigación y Demostración del Método Biointensivo de Cultivos las precipitaciones en mm/día, durante el estudio las precipitaciones tuvieron un rango entre 0.09 y 20.52 mm/día (Figura 2) con valores mensuales entre 2.79 y 636.12 mm/mes para los meses con menor y mayor precipitaciones durante el presente estudio.

El rango de temperaturas máximas registrada durante el estudio oscilo entre 36.78 °C y la temperatura más baja fue 19.49 °C. Las Figuras 3 y 4 muestran los valores de temperaturas máximas y mínimas de los últimos cuatro años. La humedad relativa es un factor determinante

para los cultivos durante el periodo de este estudio se registró una humedad relativa (%) en un intervalo de 56.93 – 85.29 %, en la Figura 5 se pueden identificar estos valores y el registro de los últimos cuatro años

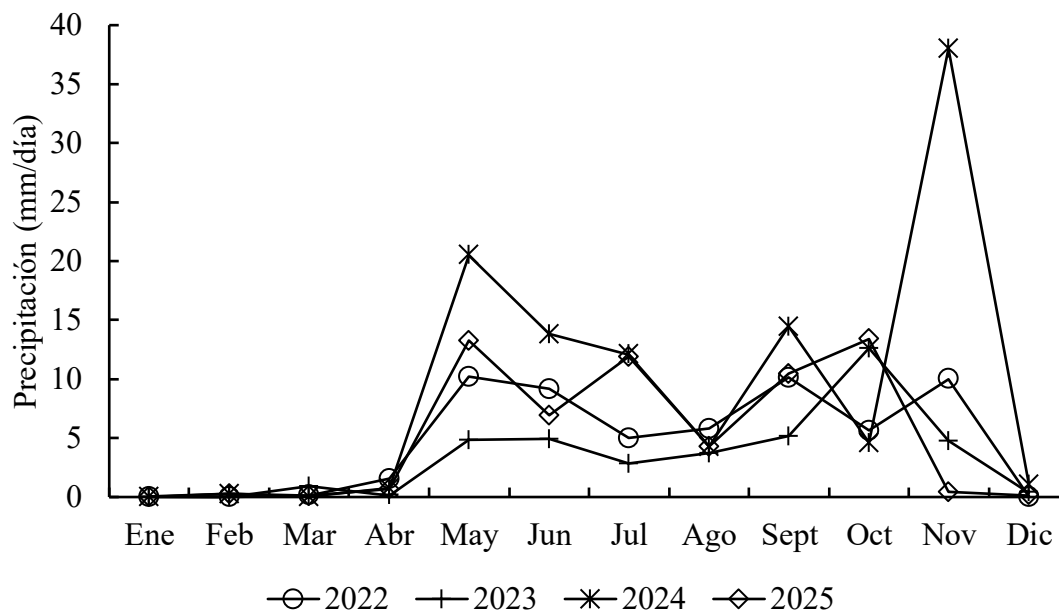


Figura 2. Precipitaciones mm/día en el Centro Biointensivo, datos obtenidos de NASA POWER Data Access Viewer (DAV)

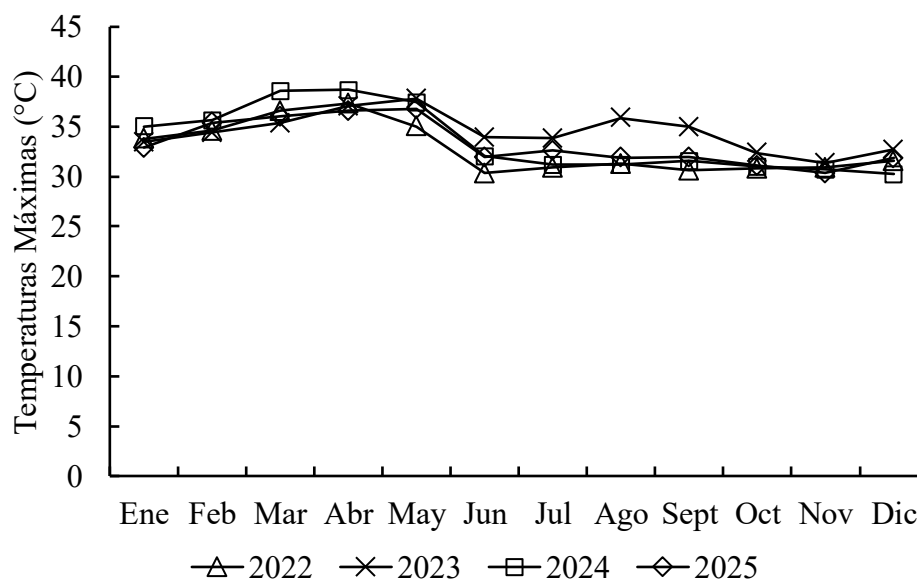


Figura 3. Temperaturas máximas del Centro Biointensivo, datos obtenidos de NASA POWER Data Access Viewer (DAV)

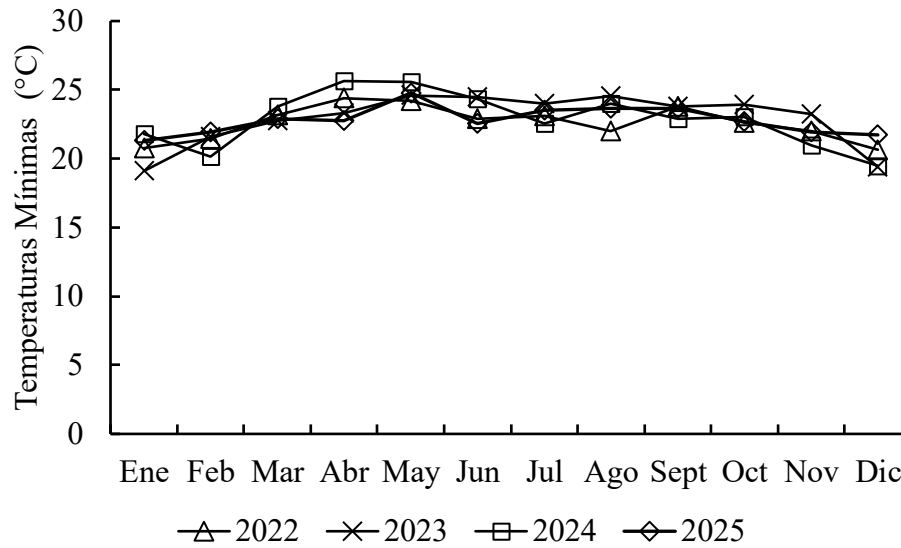


Figura 4. Temperaturas mínimas del Centro Biointensivo, datos obtenidos de NASA POWER Data Access Viewer (DAV)

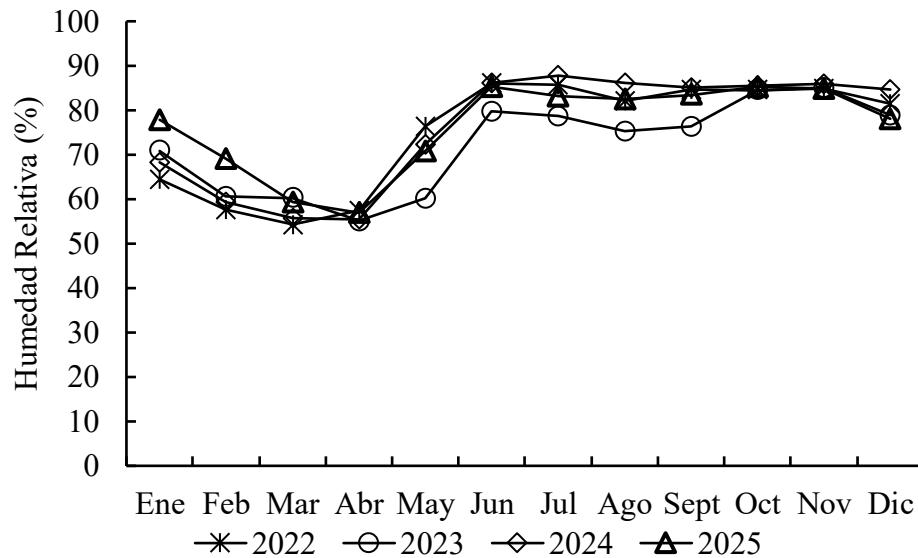


Figura 5. Humedad relativa registrada en el Centro Biointensivo, datos obtenidos de NASA POWER Data Access Viewer (DAV)

4.2. Diseño experimental

El experimento fue realizado en un arreglo bifactorial de Bloques Completos al Azar (BCA), en el cual se dispuso de cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, cada cama contaba con las siguientes dimensiones 1.25 m de ancho x 6.27 m (7.84 m² para un total por cama). El área

correspondiente para cada unidad (UE) experimental fue de 0.56 m de ancho por 0.795 m de largo, proyectando un área total de 0.45 m² por tratamiento y área total experimental de 31.36 m². Se establecieron dos momentos de siembra con el mismo diseño experimental

La distancia de siembra del cultivo de zanahoria variedad Chin Kuroda fue de 0.25 m en arreglo temporal mediante la técnica tres bolillos, cada unidad experimental presentaba un total de ocho plantas, durante el periodo del experimento se contó con un total de 192 plantas de zanahoria.

Los tratamientos que se evaluaron fueron dos bioplaguicidas y un testigo (*Pseudomona fluorescens* + *Bacillus subtilis* y hongos Micorrízicos), las fechas de siembra fueron realizadas en época de apante (6 de diciembre (primer momento de siembra) y 6 de enero (segundo momento de siembra)).

4.2.1. Muestreo y tomada de datos

Este fue comprendido por un muestreo aleatorio simple en donde primero se definió la población, luego el tamaño de la muestra, seguido de la selección de la muestra con el método de lotería y luego la recopilación de los datos. Los muestreos se realizaron bimensualmente con un intervalo de 15 días, tomando seis plantas al azar por unidad experimental, con un total de 16 muestreos.

4.2.2. Preparación de los tratamientos

Se hicieron tres momentos de aplicación con diferentes dosis de aplicación. Una vez elaborada la mezcla se homogenizó removiendo el contenido de forma circular

Pseudomona fluorescens + *Bacillus subtilis*

Las dosis que se utilizaron para cada momento de aplicación fueron de 10ml, 15ml y 30ml en cinco litros de agua, la preparación se realizó vertiendo la cantidad correspondiente de producto en la cantidad de agua a utilizar

Hongos Micorrízicos

La solución de Micorrizas se realizó agregando 10g, 15g y 30g de suelo micorrizado en cinco litros de agua.

4.3. Descripción de los tratamientos

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos utilizados en el estudio

Tratamientos	Momento de siembra	Dosis/Tratamiento	Frecuencia de aplicación
T1 <i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Bacillus subtilis</i>	Siembra temprana	10 ml/ 5L de agua 15 ml/5L de agua 30 ml/5L de agua	1,2,3
T2 Micorrizas	Siembra temprana	10 g/ 5L de agua 15 g/5L de agua 30 g/5L de agua	1,2,3
T3 Testigo absoluto	Siembra temprana	5L de agua	1,2,3
T4 <i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Bacillus subtilis</i>	Siembra normal	10ml/ 5L de agua 15ml/5L de agua 30ml/5L de agua	1,2,3
T5 Micorrizas	Siembra normal	10 g/ 5L de agua 15 g/5L de agua 30 g/5L de agua	1,2,3
T6 Testigo absoluto	Siembra normal	5L de agua	1,2,3

4.4. Manejo del ensayo y metodologías

El estudio se realizó en condiciones de campo, en dónde se realizaron las siguientes actividades de campo

4.4.1. Preparación de camas

La preparación de las camas se realizó mediante la remoción y volteo de las camas que se encontraba en reposo con un bioldo, luego se integró a cada cama tres cubetas equivalentes a 27.27 kg de lombrihumus y se volteó nuevamente hasta integrar y homogenizar toda la cama,

luego se le dio forma de camellón pronunciado, priorizando una textura bastante suelta y una profundidad efectiva de tres centímetros para el desarrollo óptimo de la raíz de la zanahoria.

4.4.2. Aplicación de tratamientos al momento de la siembra

Al momento de la siembra se realizó la primera aplicación de los tratamientos para tener una mejor inoculación sobre las raíces al momento de la emergencia de las plántulas y consecuente al desarrollo del sistema radicular. Utilizando una regadera metálica para la aplicación *P. fluorescens* + *B. subtilis*, y para la aplicación de Micorrizas se utilizó una regadera plástica con una boquilla de apertura amplia.

4.4.3. Siembra del experimento

Se estudiaron dos fechas de siembra de acuerdo con la metodología de Pérez *et al*, (1988), quien describe dos momentos de siembra con siembra directa y los define de la siguiente manera fechas de siembra, siembra de agosto (siembra temprana) y siembra de septiembre (siembra normal, las definiciones de “siembra temprana” y “siembra normal” son atribuidos al tiempo de diferencia entre ellas.

La siembra de las semillas de zanahoria tuvo lugar en dos momentos con arreglo de 30 días de diferencia como lo describe Pérez *et al*, (1988), la primera fecha de siembra se realizó el seis de diciembre del año 2024 (siembra temprana), mediante siembra directa. La segunda fecha de siembra se realizó el seis de enero del 2025 (siembra normal), mediante siembra directa. Las semillas utilizadas fueron obtenidas en una casa comercial, las cuales ya estaban tratadas con THIRAM y contaban con una pureza de 99% y un porcentaje de germinación del 82%. La siembra se realizó directa a chorrillo con una profundidad de tres centímetros, ya que a menor profundidad las plántulas pueden emerger con mayor facilidad.

4.5. Variables evaluadas

Número de hojas por planta

La recolección de los datos inicio a partir de los 15 días después de la siembra (dds), se contabilizaron aquellas hojas que estuvieran totalmente formadas en un total de seis plantas al

azar y posterior se mantuvo la recolección de manera bimensual. Para obtener el número de hojas se sumó los valores por unidades experimentales y se realizó un promedio del total de plantas muestreadas.

Altura de la planta (cm)

Para esta variable se utilizó una regla métrica y se midió la altura de la planta desde la cabeza del tallo hasta el peciolo, realizándose un total de 16 tomas de datos, la altura se calculó sumándose los valores por unidades experimentales y sacando un promedio del total de plantas muestreadas.

Número de Umbelas por planta

La toma de datos de esta variable se realizó 15 después de iniciada la floración, tomando en cuenta todas las umbelas formadas sin clasificación por orden floral, realizándose un total de seis tomas de datos, para obtener el número de umbelas se sumó los valores por unidades experimentales y realizo promedio del total de plantas muestreadas.

Peso de mil semillas

Se obtuvo el valor mediante aplicación de las reglas internaciones del ISTA; en dónde se contabilizaron ocho repeticiones de 100 semillas se pesaron individualmente y luego se aplicó la siguiente fórmula

$$\text{Peso de 1000 semillas} = \Sigma \text{ de los pesos de ocho repeticiones individuales} * 1.25$$

Rendimiento en gramos por m²

El valor de esta variable se realizó después de la cosecha de todas las umbelas maduras y secas que se encontraban en las unidades experimentales y el pesaje de la cantidad obtenida de semillas, realizada por cada UE. Para determinar el peso de mil semillas se sumaron los valores de cada UE y se realizó un promedio para obtener el valor por tratamiento.

4.6. Análisis de datos

Los datos recopilados en la etapa de campo fueron ordenados en un programa de hoja de cálculo versión Microsoft Office LSTC Profesional Plus 2021 y ajustados con $\sqrt{x}$, “esta transformación se utiliza para reducir la dispersión de los datos cuando estos tienen una distribución con una varianza que aumenta con el nivel de la variable, de igual manera, ayuda a reducir la asimetría” (Tezen, 2024).

El ajuste se realizó para todas las variables número de hojas, altura de la planta, número de umbelas y rendimiento en g/m^2 , este ajuste fue realizado de igual manera por el número de la población y la tasa de mortalidad. Estos fueron examinados mediante un Análisis de Varianza (ANDEVA); realizando una comparación de medias con un intervalo de confianza de 95% mediante Tukey al encontrar significancia. Toda la información fue analizada en el programa estadístico InfoStat versión 2020 estudiantil (2020e).

4.7. Manejo de factores no sujetos a evaluación

Durante el ensayo se realizaron diferentes prácticas que no se encuentran sujetas a evaluación, las cuales se describen a continuación

4.7.1. Manejo de plagas

El manejo preventivo de plagas se realizó con tres productos biológicos (*Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* y *Bacillus thuringiensis*), dos de ellos en presentación de polvos (D.P., P.) (*B. bassiana* y *M. anisopliae*) y uno en presentación de solución líquida (*B. thuringiensis*). La primera aplicación se realizó a los 90 dds con los productos en presentación de polvo, en donde se utilizó una bomba de 20 litros por bloque; estos productos eran *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. El otro producto fue la solución líquida, aplicada a los 180 dds, siendo *Bacillus thuringiensis* utilizado una bomba de 20 litros en todo el ensayo.

Cuadro 2. Descripción de los productos para el manejo de plagas en el cultivo de zanahoria

Producto	Dosis utilizada	Frecuencia de aplicación
<i>Beauveria bassiana</i>	200g/80L de agua	Aplicado a los 90 dds
<i>Metarhizium anisopliae</i>	200g/80L de agua	Aplicado a los 90 dds
<i>Bacillus thuringiensis</i>	100ml/20L de agua	Aplicado a los 180 dds

4.7.2. Riego

Durante la estadía del cultivo en el sistema biointensivo se utilizó el riego por medio de cintas de riego por goteo, durante los primeros seis meses se realizó riego en horas tempranas de la mañana, pasado los seis meses el riego se realizaba cada dos días.

4.7.3. Fertilización

La fertilización fue realizada al momento de la siembra, siendo aplicado lombrihumus a razón de 27.27kg por cada 7,84 m².

4.7.4. Manejo de arvenses

El manejo de los arvenses fue realizado de manera manual, priorizando los primeros dos meses del estadio del cultivo la menor presencia de arvenses para evitar la competencia por espacio, luz, agua y nutrientes.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Altura de la planta (cm)

El análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia del 95 % mostró significancia entre las fechas ($p < 0.0001$), tratamientos ($p < 0.0003$), los momentos de siembra ($p < 0.0001$) y la interacción de los dos factores en estudio ($p < 0.0001$) para la altura de la planta, reflejando la participación de ambos factores como fuentes de variaciones positivas

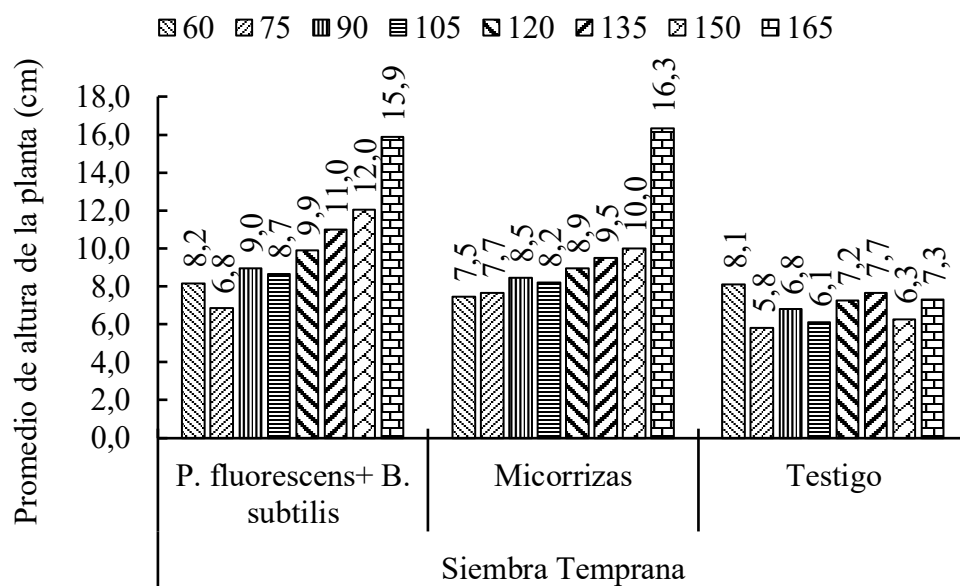


Figura 6. Resultado de la altura de las plantas de zanahoria para el primer momento de siembra

En la Figura 6 se observa el comportamiento de la altura de la planta para el primer momento de siembra, en esta se aprecia la dinámica del crecimiento desde los 60 dds hasta los 165 dds, existiendo diferencias entre los tratamientos, en dónde los mejores resultados se presentaron en el tratamiento *Pseudomonas fluorescens* + *B. subtilis* y Micorrizas respecto del testigo. El tratamiento *P. fluorescens* presentó mejores resultados para el primero momento de siembra con valores promedios de 6.8 cm – 15.9 cm respecto de la altura de la planta. Ordoñez Castañeda (2009), menciona que, la capacidad de las bacterias solubilizadoras (PSB) en la solubilización de fosfato tricálcico, no se puede demostrar en las raíces de zanahoria sin Micorrizas, o con Micorrizas y tampoco en el micelio extrarradical de *G. intraradices*, por lo cual estas son encargados de liberar fósforo el cual se transporta al tejido vegetal a través de las hifas (Villegas & Fortín, 2001).

Los valores correspondientes a Micorrizas están comprendidos en un rango promedio de 7.5 cm -16.3 cm, para lo cual Antunes *et al* (2007), demostraron que las hifas extrarradicales de los hongos Micorrizas (MA) no pueden solubilizar el fósforo de las rocas fosfóricas ni alterar el pH, por lo que la participación de las Micorrizas en el crecimiento de la planta depende de una mayor exploración de suelo, dado en casos donde se realizan interacciones sinérgicas con PSB y la capacidad de los extrarradicales de los micelios de Micorrizas para la absorción, movilización y traslocación de nutrientes, en especial el fósforo, aumentan la cantidad de este en la planta a la cual se encuentra asociado. (Villegas & Fortín, 2002). Los resultados en comparación al testigo el cual demostró los valores más bajos con rango promedio de 5.8 cm – 8.1 cm, respectivamente.

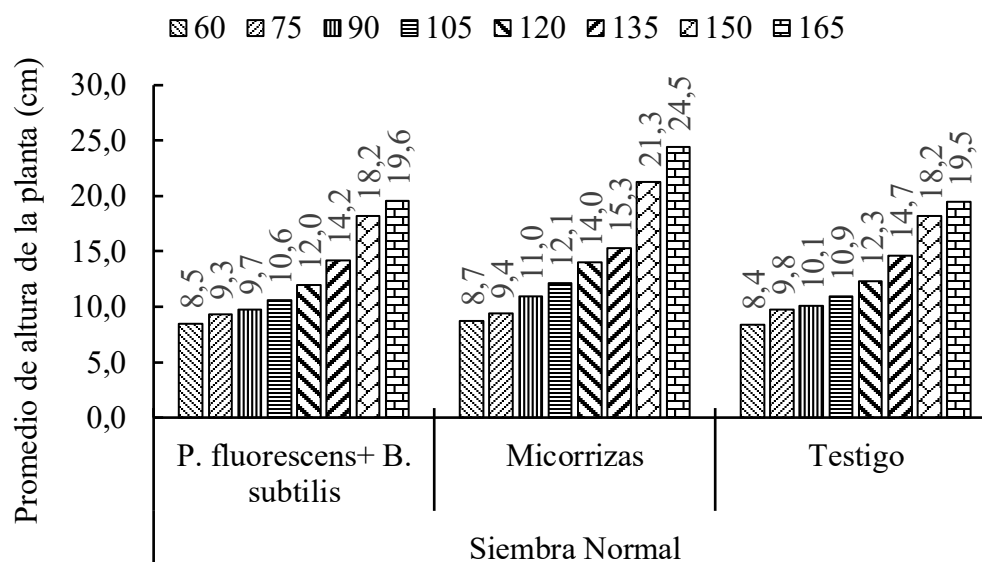


Figura 7. Resultado de la altura de las plantas de zanahoria para el segundo momento de siembra

En la Figura 7 se observan los resultados del comportamiento de la altura de la planta correspondiente al segundo momento de siembra, en el cual se demuestra el crecimiento desde los 60 dds hasta los 165 dds, existiendo diferencia significativa entre los tratamientos, los resultados de mejor expresión son para el tratamiento Micorrizas, seguidos del testigo y el tratamiento *P. fluorescens* + *B. subtilis*, pero estos sin presentar diferencias significativas. El tratamiento Micorrizas demostró mejores resultados para el segundo momento de siembra con valores promedios de 8.7 cm - 24.5 cm respecto de la altura de la planta. Por otro lado, el tratamiento *P. fluorescens* + *B. subtilis* obtuvo los valores más bajos respecto del testigo, en un

rango de 8.5 cm – 19.6 cm, quien expreso valores casi similares referentes a la altura de la planta en intervalos promedios entre 8.4 cm – 19.5 cm.

Estudio realizado por Ordoñez Castañeda (2009) demuestra que aun que las cepas de *P. fluorescens* también producen indoles, sustancias que promueven el crecimiento de la raíz, no se explica el resultado similar de en la tasa de crecimiento sin diferenciarse del control (plantas sin inoculación), por lo que no se reconocen las cantidades de auxinas excretadas por *P. fluorescens* en un sistema de suelo-planta.

Cuadro 3. Resultado de la interacción de los factores en la altura de las plantas de zanahoria

Tratamientos	Momento de siembra	Altura de la planta
<i>Pseudomonas fluorescens</i>		
+ <i>Bacillus subtilis</i>	Siembra temprana	81.5 a
Micorrizas		76.6 b
Testigo absoluto		55.3 b
<i>Pseudomonas fluorescens</i>		
+ <i>Bacillus subtilis</i>	Siembra normal	102.1 c
Micorrizas		116.2 c
Testigo absoluto		103.9 c
CV:79.40; R ² : 0.28		

El Cuadro 3 muestra las medias de altura de la planta, para la interacción momentos de siembra y tratamientos, estos valores corresponden a la suma de la curva de crecimiento comprendida de los 60dds hasta los 165 dds.

Los valores promedios indican que las plantas alcanzaron una mayor altura para el tratamiento *Pseudomonas fluorescens* + *B. subtilis* con valores máximos de 81.5 cm en el primer momento de siembra (o siembra temprana) y pese a estos el segundo momento de siembra (siembra normal) expreso mejores valores con 102.1 cm; para el tratamiento de Micorrizas se reflejan valores máximos de 116.2 cm para la siembra normal, y valores mínimos para el primero momento de siembra (siembra temprana) siendo estos de 81.5 cm, ambos tratamientos mostraron ser más eficientes respecto de los testigos; para los testigos, los valores fueron superiores en el segundo momento de siembra con un valor de 103.9 cm diferido del primer

momento de siembra en donde los valores máximos mínimos fueron de 55.3 cm respectivamente.

Ratul *et al* (2025) obtuvo resultados significativos en cuanto a la característica morfológica de la altura de la planta en 11 variedades de zanahoria, estudio que se llevó hasta los 75 dds, obteniendo alturas de las variedades Pusha Keshor 128,27 cm y BAU Gaior-5 con 126,23 cm siendo los mejores valores expresados. La variedad Kuroda-35 con 50,67 cm reflejo los valores más bajos y el grupo de variedades que corresponden a valores medios presentaron las siguientes alturas Shidur 55 cm; King Kuroda 55,22 cm; New Kuroda 57,77 cm, Kuroda 59, 07cm; Bankim Keshor 62,87 cm y Prima agro flora 87,17 cm; la variación de las alturas en las plantas puede deberse a características de cada variedad, en donde la planta logra tener más altura debido a la división y expansión celular vigorosa las cuales se encuentra afectadas por la síntesis de proteínas (Choudhary et al., 2023).

De Vasconcelos Gomes (2019) encontró valores medios de la altura de las plantas de zanahoria en 80 dds; siendo la variedad Amanda con 44,42 cm y 50, 68 cm BRS planalto (variedad de cultivar); el cultivar nativa, junto con BRS planalto, Mariana y Kuronan, forman el grupo de plantas con mayor altura; los cultivares Amanda, Brasília, Érica, Francine, Melinda y Suprema los de menor expresión siendo similares entre sí.

Estudio realizado por Pérez Martínez *et al* (1988), reflejó que los mejores resultados de la altura de las plantas, la obtuvo en la tercera fecha de siembra (23 de noviembre) y los menores resultados en la primera fecha de siembra (26 de agosto). De igual manera justifica que la tasa de mortalidad de las plantas aumenta en la primera fecha de siembra (26 de agosto), esto debido a las altas temperaturas y las precipitaciones frecuentes en esa época. Una comparación en cuanto a la tasa de mortalidad de las plantas, el primer momento de siembra se vio afectado directamente diferido del segundo momento de siembra, pese a que el primero momento de siembra se encontraba en condiciones favorables, debido a que se realizó en época de apante en el país, y el segundo momento de siembra tuvo cabida a la salida de esta época.

5.2. Número de hojas por planta

Los resultados obtenidos muestran diferencias estadísticas para las fechas ($p < 0.0001$), los momentos de siembra ($p < 0.0021$) y la interacción de los factores en estudio ($p < 0.0086$).

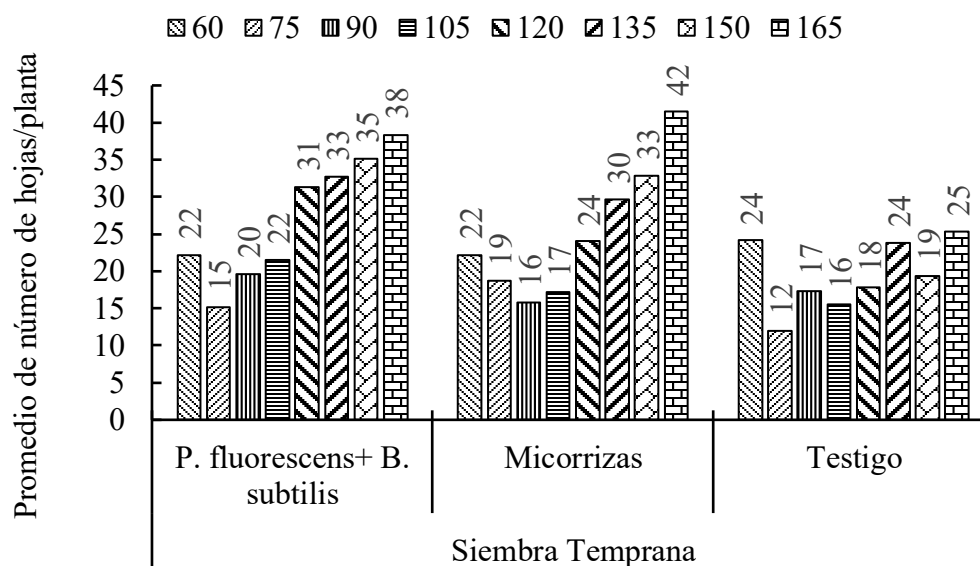


Figura 8. Resultados del número de hojas en plantas de zanahoria para el primer momento de siembra

El número de hojas presentó diferencias significativas para los momentos de siembra, como se puede observar en la Figura 8, los valores expresados corresponden al primer momento de siembra para el número de hojas. El tratamiento *P. fluorescens* + *B. subtilis* fue el que obtuvo mejores resultados respecto del tratamiento Micorrizas y el testigo, aunque el análisis de varianza no refleja diferencias entre tratamientos, pero si entre los momentos de siembra. Los valores promedios obtenidos para el tratamiento *P. fluorescens* + *B. subtilis* se encuentran en un rango de 15 – 38 hojas por planta. Para el tratamiento Micorrizas se obtuvieron valores promedios de 16 - 42 hojas por planta y el testigo con los valores más bajos entre intervalos promedios de 12 – 25 hojas por planta; estos datos representan la línea de crecimiento desde los 60 dds hasta los 165 dds.

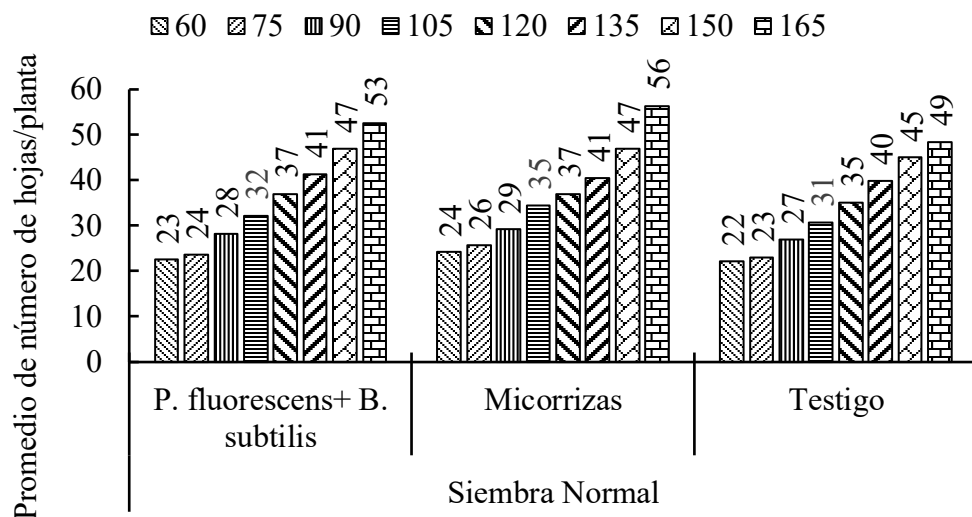


Figura 9. Resultados del número de hojas/planta de zanahoria para el segundo momento de siembra

Los momentos de siembra se encuentra influenciando el número de hojas, como se observa en la Figura 9, los valores obtenidos representan el segundo momento de siembra respecto del número de hojas. El tratamiento Micorrizas fue el que obtuvo los mejores resultados con un rango promedio de valores de 23 – 53 hojas formadas, seguido del testigo con un promedio de hojas formadas de 22 – 49 y por último el tratamiento *P. fluorescens* de hojas de 24 – 56; los datos expresados reflejan el comportamiento fenológico del cultivo de zanahorias.

Cuadro 4. Resultado de la interacción de los factores en la altura de las plantas de zanahoria

Tratamientos	Momento de siembra	Número de hojas/planta
<i>Pseudomonas fluorescens</i> +		
<i>Bacillus subtilis</i>	Siembra temprana	216 b
Micorrizas		202 b
Testigo absoluto		155 b
<i>Pseudomonas fluorescens</i> +		
<i>Bacillus subtilis</i>	Siembra normal	285 a
Micorrizas		294 a
Testigo absoluto		271 a

CV: 58.24; R²: 0.23

Los resultados muestran que el número de hojas por planta cuenta con diferencia significativa entre los momentos de siembra (Cuadro 4). Los valores expresados son la suma total del número de hojas formados en una línea de crecimiento de los 60 dds hasta los 165 dds.

Como se aprecia, el número de hojas totales por tratamiento varió para los dos momentos de siembra, en la siembra temprana (primero momento de siembra) los valores promedios totales se reflejan entre 155 – 216 hojas totales comprendidas en el periodo vegetativo de los 60 dds hasta los 165 dds y para la siembra normal (segundo momento de siembra) el intervalo de hojas obtenidas fue de 271 – 294 hojas totales formadas. Para el tratamiento Micorrizas en el segundo momento de siembra se refleja los mejores valores con (294 hojas) respecto de este en la siembra temprana (202 hojas), el tratamiento *P. fluorescens* + *B.subtilis* se obtuvieron mejores resultados para la siembra normal con (285 hojas) en comparación con los resultados obtenidos en la siembra temprana (216 hojas); ambos tratamientos se encuentran por encima del testigo, el cual desarrollo más follaje con (271 hojas) en la siembra normal en comparación con la siembra temprana (155 hojas).

Estudios realizados por Valdés Torres *et al* (2018), en la evaluación de cultivares de zanahoria, obtuvieron resultados de 6 y 10 hojas por planta para los cultivares Córdoba F1, Belgrado F1 y en caso del testigo cultivar New Kuroda con promedios de 9,8 hojas por planta. Para esto Enciso Garay & Zaracho Aguilar (2011) señaló que la zanahoria presenta entres 6 – 15 hojas; Rosas Catalán (2011) enmarca un rango entre 7 – 13 hojas y Sostoa Alegre *et al.*, (2025) quienes en su evaluación de variedades de zanahoria obtuvieron resultados entre 9,85 hojas (variedad Brasilia) y 11,28 hojas (Variedad Rubí), todos estos siendo estudios con periodos de evaluación productivo de 90 – 100 dds.

Un estudio realizado por Moreno Carbo *et al* (2022) en donde se utilizó la variedad Chantenay con aplicación de fertilizantes orgánicos, obtuvo resultados en dos momentos, viendo así que a los 30 dds las plantas contaban con promedio de 5 hojas por planta y a los 60 dds las plantas fueron capaces de expresar un promedio de 14 hojas por planta.

Kushwah *et al* (2019) menciona que la variación entre el número de hojas está sujeto a las característica innata de cada genotipo lo que muy probablemente sucede en las comparaciones de estudios, para lo cual, el estudio de Ratul *et al* (2025), observó en su estudio variaciones significativas en el número de hojas por planta, las variedades con mejores resultados fueron

Kuroda-35 con 11,07 hojas, seguido de la variedad Kuroda con 11, 04; Kuroda mejorado 10,93; Pusha Keshor 10,93; Bau Gajor-5 10,87; y King Kuroda 10,47; seguido de las variedades con valores más bajos New Kuroda 10,20; Shin Kuroda 10,20; Shidur 10,33; prima Agro flora 10,33 y Bankim Keshor 10,33. Se carece de información en cuanto a la formación de hojas en el cultivo de zanahoria para la producción de semillas.

Los tratamientos se diferencian en el crecimiento vegetativo de la planta, en cambio, no se cuenta con estudios que puedan describir el efecto de *P. fluorescens* + *B. subtilis* y Micorrizas sobre el desarrollo vegetativo del cultivo de zanahoria. De igual manera se carece de información sobre la incidencia de diferentes momentos por fechas de siembra sobre el desarrollo de hojas en este cultivo.

5.3. Número de umbelas por planta

El análisis de varianza demostró que se encuentran diferencias significativas entre las fechas ($p<0.0022$), los tratamientos ($p<0.0123$) y los momentos de siembra ($p<0.0003$) como fuentes de variación para el número de umbelas.

Cuadro 5. Resultados del número de umbelas para el primer momento de siembra

Tratamientos	Momento de siembra	180 dds	195 dds	210 dds	240 dds	255 dds
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Bacillus subtilis</i>	Siembra temprana	0	0	0	1	2
Micorrizas		0	1	9	10	0
Testigo absoluto		0	0	1	1	2

Como se ilustra en la Cuadro 5, el número de umbelas fue significativamente mayor para el tratamiento Micorrizas, expresados en el crecimiento y desarrollo de la planta comprendida desde los 180 dds hasta los 255 dds; se observa que la influencia en el desarrollo de umbelas es notoria respecto de los tratamientos, reflejando mejores resultados Micorrizas con valores promedios de 9 umbelas por planta a los 210 dds y 10 umbelas por planta a los 225 dds, seguido del testigo con valores promedios de 4 umbelas/planta y *P. fluorescens* + *B. subtilis* con valores

más bajos con 3 umbelas/planta a los 225 dds, para los cuales no se presenta diferencias significativas entre el testigo reflejados en el análisis de varianza.

Cuadro 6. Resultados del número de umbelas para el segundo momento de siembra

Tratamientos	Momento de siembra	180 dds	195 dds	210 dds	240 dds	255 dds
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Bacillus subtilis</i>	Siembra temprana	0	1	5	5	7
Micorrizas		0	9	12	15	19
Testigo absoluto		0	1	2	5	10

La producción de flores en el segundo momento de siembra (siembra normal) demuestra diferencias significativas mediante el análisis de varianza ($p < 0.05$), retribuido a los tratamientos, en el cual se demuestra que el tratamiento Micorrizas predominó en la inducción a mayor formación de umbelas, en donde los valores medios se encuentran en un rango de 9 – 21 umbelas en la curva de crecimiento evaluada entre los 195 dds y 255 dds, el número de umbelas se expresó en menor medida para el testigo (1 – 13 umbelas/planta) y *P. fluorescens* + *B. subtilis* (1 – 6 umbelas/planta) respectivamente (Cuadro 6) .

Estudio realizado por Vásquez (1979), describe que, en términos generales, los tallos florales se forman a los siete y nueve meses partiendo de la siembra, con una maduración de umbelas expresada a los 11 meses.

De igual manera determina que la formación de las umbelas es directamente proporcional al peso de las raíces, de la cuales se idéntico que aquellas raíces que cuentan con pesos mayores a 200 g tienden a florecer en 10 % prematuramente que las que cuentan con menos peso con un 2 %, otros métodos de producción de semillas de zanahoria muestran resultados de promedios de 120 umbelas por planta con arreglos de siembra. (pp. 113-114)

Durante la fase vegetativa emerge el tallo floral hispido y ramificado que puede alcanzar más de un metro de altura. Las inflorescencias estas compuestas por umbelas densas,

compuestas que aparecen secuencialmente y en posición terminal, toda planta cuenta con una umbela primaria o central, que corresponde al tallo principal. Los vástagos o ramificaciones desarrollan las umbelas de segundo, tercer y hasta séptimo orden floral (Oliva, 1990).

Los factores ambientales, así como los métodos de cultivo y los arreglos de siembra, tienden a influir directamente en la altura de tallo floral, el tamaño de las umbelas, el número de vástagos o tallos florales, los órdenes y las umbelas, de igual manera influye en estos la variedad o el cultivar (Sarli, 1957; Sinnott & Wilson, 1983).

Gaviola., (2013) en su estudio sobre la influencia de densidades, trasplantes y fechas de siembra sobre la producción de semillas de zanahoria, demuestra que durante el primero año el número de umbelas no diferenció entre las fechas de siembra, siendo hasta la segunda temporada en donde el efecto de la tercera fecha de siembra con ambos métodos de trasplante fue superior al resto. Por otro lado, se determinó que la floración disminuye con el aumento de la densidad siendo en el año uno evidenciado con la disminución del 77,6 71,1 y 63,9 % (5,6; 8,3 y 16,7 plantas/m²), mientras en el segundo año no se modificó.

Las umbelas por plantas disminuyen al aumentar las densidades de siembra en dos fechas de trasplante en los dos años de evaluación, siendo notorio que la siembra de febrero (siembra 3) desarrolló mayor cantidad de umbelas por individuo, para el segundo año el trasplante de abril se produjeron más umbelas que el de agosto, sin diferencias en los factores.

5.4. Peso de mil semillas

En la Figura 10 se representan los datos resultantes de los tratamientos y momentos de siembra evaluados sobre el peso de mil semillas. El peso promedio de 1000 semillas para el primero momento de siembra fue superior en el testigo (1.40g) respecto de los tratamientos; el segundo momento de siembra refleja de igual manera los mejores resultados para el testigo (1.77g) respectivamente. Los valores promedios de 1000 semillas rondan en intervalos de 0.45g – 1.40 g (primer momento de siembra) y 0.94g – 1.77g (segundo momento de siembra).

Los resultados obtenidos se encuentran levemente por debajo de los obtenidos por González Idiarte *et al* (2012), quien obtuvo resultados promedios de 1.8g para producción de semillas con cruza de poblaciones locales con cultivares comerciales Kuroda y Brasilia. Por otro lado, los valores reflejados para los testigos se asemejan a los obtenidos por Coelho Barbedo *et al* (2000), con valores extremos de 1,4g y 1,6g y Gray & Steckel (2015), con valores que varían entre 1,27g y 1,32g.

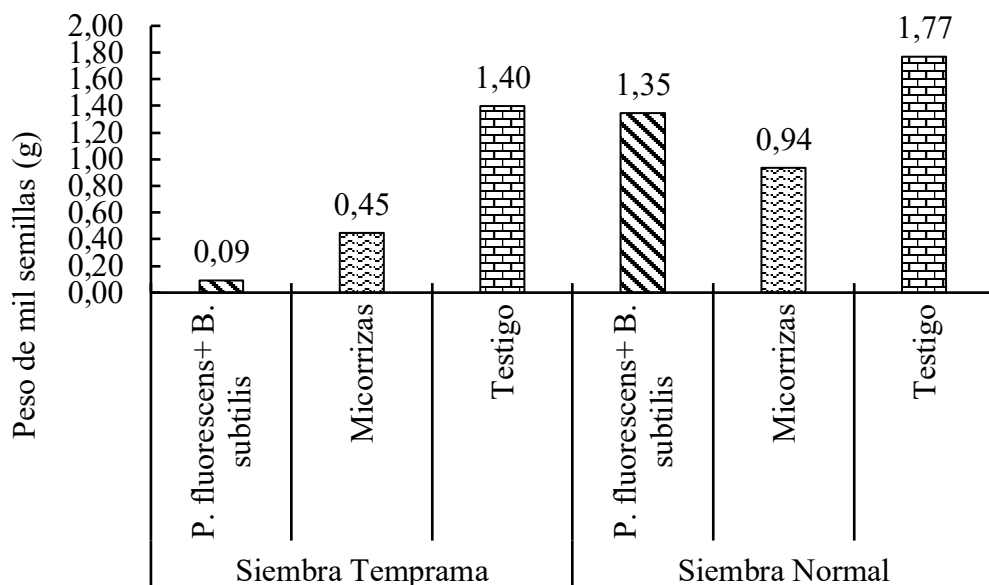


Figura 10. Resultados del número de hojas en plantas de zanahoria para el segundo momento de siembra

5.5. Rendimiento en gramos por m²

Se realizó una comparación de los rendimientos totales en g/m² de las unidades experimentales de zanahoria en cada tratamiento y momento de siembra evaluado (Cuadro 7).

El análisis de varianza indica que no hay diferencias significativas para los tratamientos ($p=0.8565$), momentos de siembra ($p=0.0938$) y la interacción tratamientos*momentos de siembra ($p=0.3701$). Sin embargo, existen diferencias numéricas de los tratamientos*momentos de siembra sobre el rendimiento de semillas de zanahoria, ya que sus medias oscilan para la siembra temprana entre 0.1g – 1.5g y para la siembra normal 1.2g – 4.2g (Cuadro 5) para cada tratamiento evaluado respectivamente

El tratamiento Micorrizas en el segundo momento de siembra (siembra normal) obtuvo los valores de rendimiento más altos y el tratamiento *P. fluorescens* + *B. subtilis* los rendimientos más bajos. El primero momento de siembra (siembra temprana) presenta los valores más bajos de rendimiento respecto de los momentos de siembra y entre tratamientos los rendimientos más altos fueron reflejados para el tratamiento *P. fluorescens* + *B. subtilis* y los rendimientos más bajos para el tratamiento Micorrizas.

El rendimiento de semilla puede verse afectado por el aumento de las densidades de siembra, pero sin diferenciarse en fechas de siembra pese a eso, puede variar según el momento o fecha de siembra, dejando, así como resultado que las fechas y los métodos de siembra no modifican el rendimiento (Gaviola, 2013).

Cuadro 7. Separación de medias para los dos factores en estudio sobre la variable de rendimiento de semillas de zanahoria g/m²

Tratamientos	Momento de siembra	Rendimiento por m ²
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Bacillus subtilis</i> Micorrizas	Siembra Temprana	1.5 a
Testigo absoluto		0.1 a
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Bacillus subtilis</i> Micorrizas		0.3 a
Testigo absoluto		1.2 a
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Bacillus subtilis</i> Micorrizas	Siembra Normal	1.2 a
Testigo absoluto		4.2 a
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Bacillus subtilis</i> Micorrizas		1.9 a
Testigo absoluto		1.9 a
CV: 140.62; R ² : 0.24		

Estudio realizado por Krarup y Morreti (1976) describe que el primer orden floral produce aproximadamente el 90% de las semillas y el segundo orden floral aporta más del 50% del total de semillas.

El tamaño del embrión al igual que el de la semilla está estrechamente ligados al orden floral del que provienen, siendo las semillas del primero orden floral los que cuentan con un embrión de mayor dimensión, demostrado que entre el primer y segundo orden florar no existe

diferencias en de dimensiones de embriones. Ordenes inferiores, poseen embriones más reducido, lo que se traduce a una menor capacidad de germinativa. (Villa & Zuluaga, 1991)

Al no realizarse clasificaciones por órdenes florales al momento de la cosecha, tomando así todos los órdenes presentes por cada unidad experimental y presentando una baja tasa de polinización en dichos ordenes, los pesos entre momentos de siembra se ven afectados con el peso obtenido.

VI. CONCLUSIONES

El efecto de hongos micorrízicos y bacterias solubilizadoras de fósforo *P. fluorescens*, resultan ser efectivos sobre el crecimiento vegetativo y reproductivo del cultivo de zanahoria. Siendo mejor Micorrizas con un mayor desarrollo de follaje, altura de la planta, formación de umbelas.

Micorrizas presenta los mejores rendimientos de semillas con un intervalo de 0.1g – 4.2 g, de igual manera *P. fluorescens* promueve el rendimiento de semillas con valores que oscilan entre 1.2g – 1.5g.

Los momentos de siembra sobre la variables vegetativas y reproductivas del cultivo de zanahoria, fueron diferentes para la producción de semillas el periodo de enero-noviembre correspondientes a la siembra normal (segundo momento de siembra).

VII. RECOMENDACIONES

Realizar estudios posteriores de producción de semillas de zanahoria con la variedad Shin Kuroda y/o variedades locales en zonas productoras de zanahoria del país.

Evaluar diferentes arreglos temporales de siembra sobre el rendimiento de semillas de zanahoria y de consumo en zonas productoras.

Evaluar el efecto del uso de hongos micorrízicos sobre el cultivo de zanahoria tanto en la producción de semillas como de consumo en las zonas productoras

Realizar estudios sobre niveles de fertilización orgánica complementada con hongos micorrízicos y bacterias solubilizadoras de fósforo *P. fluorescens* en el desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo de zanahoria.

VIII. LITERATURA CITADA

- Antunes, P., Shneider, K., Hillis, D., & Klironomos, J. (2007). ¿Puede el hongo micorríco arbascular *Glomus intraradices* movilizar activamente el fósforo de los fosfatos de roca? *Pedobiología*, 51(4), 281-286.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2007.04.007>
- Benavides, A. (2021). *Bioestimulantes agrícolas: importancia y definición* . [Tesis de Ingeniería, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
- Bobadilla, C., & Rincón, S. (2008). *Aislamiento y producción de bacterias fosfato solubilizadoras a partir de compost obtenido de residuos de plaza*. [Tesis de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana].
- Bowers, J., & Parke, J. (1993). Colonization of pea (*Psidium sativus* L.) taproots by *Pseudomonas fluorescens*: effect of soil temperature and bacterial molitity. *Soil Biology and Biochemistry*, 25(12), 1693-1701.
<https://doi.org/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0038071793901728?via%3Dihub>
- Carballo, R., Castro, J., Detrinidad, R., Escoto, E., & Chavarria, E. (2001). *Trabajo de Olericultura (Zanahoria)*. [Tesis de Ingeniería, Univesidad Nacional Agraria].
- Carletti, S., Rodríguez, E., & Lorente, B. (2003). Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal en lamicropropagación de plantas. En A. Albenesi, A. Anriquez, S. Luna, C. Kunst, & R. Ledesma, *Microbiología Agrícola. Un aporte de la investigación Argentina* (págs. 119-129). Universidad Nacional de Santiago del Estero .
- Carranza, C. (2006). *Reacción fenológica y agronómica de dos cultivares de zanahoria (Daucus carota) a la inoculación de cepas de micorriza en campo A LA INOCULAC*. [Tesis de Ingeniería, Escuela Politécnica del Ejercito].
- Carrillo, S., Puente, J., Montes, S., & Cruz, R. (2022). *Las micorrizas como una herramienta para la restauración ecológica*. *Acta Botánica Mexicana*.
<https://doi.org/http://doi.org/10.21829/abm129.2022.1932>
- Centro de Información e Innovación-Asociación para el Desarrollo Social de Nicaragua (CII-ASDENIC). (2016). *Manual de Cultivo Biointensivo*. [Archivo PDF].
http://www.asdenic.org/wp-content/uploads/2016/02/manual_biointensivo.pdf
- Choudhary, P., Sharma, R., Kushwah, S., Gallani, R., Rathore, G., & Tarak, K. (2023). Influence of varieties and fertilizer doses of growth, yield, quality and profitability of carrot (*Daucus carota* L.). *The Pharma Innovation Journal*, 12(8), 248-252.
- Coelho Barbedo, A. S., Araújo Camara, F. L., Nakagawa, J., & Barbedo, C. J. (2000). População de plantas, método de colheita e qualidade de sementes de cenoura, cultivar Brasília. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35(8), 1645-1652.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S0100-204X2000000800018>
- Compant, S., Duffy, B., Nowak, J., Clément, C., & Ait, E. (2005). Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases; principles, mechanisms of action,

- and future prospects. *Applied and environmental microbiology*, 71(9), 4951-4959. <https://doi.org/https://doi.org/10.1128/AEM.71.9.4951-4959.2005>
- Corrales, L., Arévalo, Z., & Moreno, V. (2014). Solubilización de fosfato: una función microbiana importante en el desarrollo vegetal. *NOVA*, 12(21), 68-79. https://doi.org/http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-24702014000100006&script=sci_abstract&tlng=es#:~:text=Los%20microorganismos%20han%20demostrado%20cumplir,fosfato%20accesible%20para%20la%20planta.
- De Vasconcelos Gomes, V. E. (2019). *Desempenho agrômico de cultivares de cenoura em função da época de plantio*. [Tesis de Maestría, Universidad Federal Rural Do Semiárido].
- Durán, F. (2013). *SEGURIDAD ALIMENTARIA. Cultivando hortalizas*. Grupo Latino de Editores. S.A.S. <https://doi.org/978-958-736-011-0>
- Enciso Garay, C. R., & Zaracho Aguilar, C. M. (2011). Evaluación de variedades de zanahoria sembradas en verano . *Investigación Agraria* , 13(2), 75-79 .
- Fernández, M., & Rodríguez, H. (2006). Aplicaciones biológicas de las fitasas: papel en los fertilizantes microbianos . *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar* , 40(2), 27-34. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120664004>
- Gaviola, J. (2013). Efectos de la fecha de siembra y transplante y la densidad de inplantación de miniraíces de zanahoria sobre la producción de semillas . *Horticultura Argentina*, 32(79), 5-13.
- Godwn, A., McGill, C., Ward, A., Sofkova-Bobcheva, S., & Pieralli, S. (2023). Phenological phase affects carrot seed production sensitivity to climate change: A panel data analysis. *Science of the Total Environment*, 892(164502), 1-11. <https://doi.org/0048-9697>
- González Idiarte, H., Salvo, G., Gallo, A., Machado, S., Rocha, B., & García de Soza, M. (2012). Producción de semilla de zanahorias anuales (*Daucus carota* L.) en la región sur de uruguay. *Agrociencia Uruguay*, 16, 68-78.
- Gray, D., & Steckel, J. (2015). Some effects of umbel order and harvest date on carrot seed viability and seedling preformance . *Journal of Horticultural Science* , 58(1), 73-82. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00221589.1983.11515092>
- Huerres, C., & Caraballo, N. (1988). Cultivo de zanahoria, remolacha, rabanito, lechuga y habichuela. En C. Huerres, *HORTICULTURA* (págs. 95-104). Pueblo y Educación.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA]. (2004). *Cadena agroindustrial. Hortalizas*. IICA.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA]. (2004). *Cadena agroindustrial: Hortalizas*. IICA.
- Jeavons, J. (1991). *Cultivo biointensivo de alimentos: mas alimentos en menos espacio*. (G. Alatorre, Trans.) Ecology Action of the Mid-Pennsinsula. <https://doi.org/0-89815-073-6>
- Karankumar, R., Jagadeesh, K., Krishnaraj, P., & Patil, M. (2008). Enhanced growth promotion of tomato and nutrient uptake by plant growth promoting rhizobacterial isolates in presence of tobacco mosaic virus pathogen. *Karnataka Journal of Agricultura Sciences*

- , 21(2), 309-311.
https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/285521524_Enhanced_growth_promotion_of_tomato_and_nutrient_uptake_by_plant_growth_promoting_rhizobacterial_isolates_in_presence_of_tobacco_mosaic_virus_pathogen
- Kushwah, G., Sharma, R. K., Kushwah, S. S., & Mishra, S. N. (2019). Effect of organic manures, inorganic fertilizers and varieties on growth, yield and quality of tropical carrot. *Indian Journal of Horticulture*, 76(3), 451-456.
<https://doi.org/https://doi.org/10.5958/0974-0112.2019.00072.0>
- Longo Mai; Forum Civique Européen. (s.f). *Diyseeds*.
<https://www.diyseeds.org/en/film/carrot/>
- McPharlin, I., Jeffery, R., & Weissberg, R. (1994). Determination of the residual value of phosphate and soil test phosphorus calibration for carrots on a Karrakatta sand. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 25(5), 489-500.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00103629409369056>
- Ministerio Agropecuario (MAG). (s.f). *Mapa Interactivo de la producción*.
<https://www.mag.gob.ni/mapa-interactivo/hortalizas/index.html>
- Ministerio de Economía Familiar, Comunitaria, Cooperativa y Asociativa [MEFCCA]. (2024). *Cartilla: Cultivo de zanahoria*. MEFCCA.
- Moreno Carbo, X. J., Córdoba Uriola, R. N., & Rodríguez Delgado, I. (2022). Influencia de la fertilización orgánica en el crecimiento y desarrollo del cultivo de la zanahoria. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(3), 41-50. <https://doi.org/https://aes.ucf>
- Moscoso, J. (2022). *Uso de micorrizas en el cultivo de Citrullus lanatus L.* [Tesis de Ingeniería, Universidad Técnica de Babahoyo].
- Oliva, N. R. (1990). Aspectos prácticos del mejoramiento y la producción de semillas de zanahoria. *Curso Taller en tecnologías de producción de semillas horticolas para pequeños productores agricolas* (págs. 187-192). FAO/RLAC.
- Ordoñez Castañeda, Y. M. (2009). *Interacción sinérgica entre hongos formadores de micorrizas arbusculares-Pseudomonas fluorescens y su relación en la nutrición vegetal de fósforo*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia].
- Patiño, C., & Sanclemente, O. (2014). Los microorganismos solubilizadores de fósforo (MSF): una alternativa biotecnológica para una agricultura sostenible. En A. Alvarado, *Entramado* (págs. 288-297). Unilibre Cali.
- Patiño-Torres, C., & Sanclemente-Reyes, O. (2014). Los microorganismos solubilizadores de fósforo (MSF): una alternativa biotecnológica para una agricultura sostenible. *Entramado*, 10(2), 288-297.
<https://doi.org/http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v10n2/v10n2a18.pdf>
- Pérez Martínez, J. J., Carranza Martínez, R. D., Afre, O., & Rodríguez, A. (1988). *Desarrollo de la tecnología para la producción de semillas de zanahoria en Cuba*. Ciencias de la Agricultura.

- Producción de Hortalizas registra crecimiento sostenido en volumen, calidad e inocuidad en Nicaragua. (07 de 05 de 2021). El 19 digital: <https://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:115784-produccion-de-hortalizas-registra-crecimiento-sostenido-en-volumen-calidad-e-inocuidad-en-nicaragua>
- Ratul, R. H., Radish, M. H., Haque, T., & Saha, R. (2025). Growth, yield and quality performances of select carrot varieties unde drought stress. *Fundamental and Applied Agriculture*, 10(3), 437-444. <https://doi.org/https://doi.org/10.5455/faa.276382>
- Rosas Catalán, V. F. (2011). *Evaluación del potencial productivo de tres cultivares de zanahoria (Daucus carota L) en Valdivia* . [Tesis de Ingeniería, Universidad Austral de Chile].
- Santoyo, G., Moreno-Hagelsieb, G., Orozco-Mosqueda, M., & Glick, B. (2016). Plant growth-promoting bacterial endophytes. *Microbiological Research*, 183, 92-99. <https://doi.org/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S094450131530029X?via%3Dihub>
- Santoyo, G., Orozco-Mosqueda, M., & Govindappa, S. (2012). Mechanisms of biocontrol and plant growth-promoting activity in soil bacterial species of Bacillus and Pseudomonas: A review . *Biocontrol Sciencie and Technology*, 2(22), 855-872. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/09583157.2012.694413>
- Sarli, A. E. (1957). *Horticultura*. ACME S.A.
- Schippers, B., Bakker, A., & Bakker, P. (1987). Interactions of deleterious and beneficial rhizosphere microorganisms and the affect of cropping practices. *Revista Phytopathol*, 25, 339. <https://doi.org/https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev.py.25.090187.002011>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2013). *El huerto familiar biointensivo: Introducción al método de cultiov biointensivo, alternativa para cultivar más alimento en poco espacio y mejorar el suelo*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <https://doi.org/978-607-8246-60-1>
- Singh, B., & Satyanarayana, T. (2012). Production of phytate-hydrolyzing enzymes by thermophilic moulds. *African Journal of Biotechnology*, 11(59), 12314-12324. <https://doi.org/https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/128619>
- Sinnott, E. W., & Wilson, K. S. (1983). *Botánica: Principios y problemas*. Continental S.A .
- Sistema Nacional de Producción Consumo y Comercio. (2023). *Plan Nacional de Producción, Consumo y Comercio 2023-2024*. Consejo de Comunicación y Ciudadana.
- Sistema Nacional de Producción, Consumo y Comercio. (2024). *Plan Nacional de Producción Consumo y Comercio 2024-2025*. Consejo de Comunicación y Ciudadana.
- Sistema Nacional de Producción, Consumo y Comercio. (2025). *Plan Nacional de Producción, Consumo y Comercio 2025-2026*. Consejo de Comunicación y Ciudadana.
- Smith, S., & Read, D. (2008). *MYCORRHIZAL SYMBIOSIS* . Academy Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-370526-6.X5001-6>

- Sostoa Alegre, L. M., Enciso Garay, C. R., Santacruz Oviedo, V. R., Sanabria Veron, N. C., & Petrona Ruíz, F. (2025). Comportamiento de cinco variedades de zanahoria bajo condiciones de ambiente protegido y campo abierto en verano. *Investigación Agraria*, 27(1), 1-8. <https://doi.org/https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2025.e2701818>
- Staroninsky, G., Monzón, J., di Marzo Broggi, E., & Braude, H. (2021). *Bioinsumos para la agricultura que demanda esfuerzos de investigación y desarrollo. Capacidades existentes y estrategias de política pública para impulsar su desarrollo en Argentina*. Ministerio de Desarrollo Productivo Argentina.
- Tezen, M. (01 de Mayo de 2024). *RPubs*. RPubs - Transformación y estandarización de variables <https://share.google/62tdHdzeReZbR5QJL>
- Tirilly, Y., & Bourgeois, C. (2002). *Tecnología de las HORTALIZAS*. ACRIBIA. S.A.
- Valdés Torres, C., Fajardo Gutiérrez, O., & McDonald Cuza, J. A. (2018). Evaluación agronómica de cultivares de zanahoria (*Daucus carota* L.). *Agrotecnia de Cuba*, 48(2), 92-97.
- Variedad de zanahoria Kuroda: fotos, reseñas, descripciones, características. (s.f). Naturelux.desiguxpro: <https://naturelux.desiguxpro.com/es/morkov/sort-morkovi-kuroda.html>
- Vásquez, J. J. (1979). *Programa Nacional de Hortalizas: Informa anual de progreso*. Instituto Colombiano Agropecuario.
- Villa, J., & Zuluaga, G. (1991). *Producción de semillas de zanahoria (Daucus carota L.) en el Oriente Antioqueño*. [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia].
- Villegas, J., & Fortin, J. (2001). Phosphorus solubilization and pH changes as a result of the interactions between soil bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi on a medium containing NH₄⁺ as nitrogen source. *Canadian Journal of Botany*, 8(79), 865-870. <https://doi.org/https://doi.org/10.1139/b01-069>
- Villegas, J., & Fortin, J. (2002). Phosphorus solubilization and pH changes as a result of the interacciones between soil bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi on a medium containin NO₃⁻ as nitrogen source. *Canadian Journal of Botany*, 80(5), 571-576. <https://doi.org/https://doi.org/10.1139/b02-038>
- Villeneuve, F. (2002). La zanahoria. En Y. Tirilly, & C. Bourgeois, *Tecnología de las hortalizas* (págs. 47-66). GRUPO LATINO.
- Wilches, W., Ramírez, M., Serralde, D., Peñaranda, A., Díaz, A., & Ramírez, L. (2023). Hongos formadores de micorrizas arbusculares y bacterias promotoras de crecimiento vegetal en uchua (*Physalis peruviana* L.). *Ciencia E Interculturalidad*, 33(2), 206-222. <https://doi.org/https://www.camjBenavideol.info/index.php/RCI/article/view/17726>
- Yzarra, T. W., & López, R. F. (2012). *Manual de observaciones fenológicas*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI.[Archivo PDF] <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-11.pdf>
- Zeledón, D. (2021). *Seguimiento a la producción agrícola en el ciclo productivo 2019/2020*. [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria].

IX. ANEXOS

Anexo 1. Preparación del lugar de estudio



Anexo 3. Aplicación de tratamientos



Anexo 5. Levantamiento de variables



Anexo 8. Manejo de plagas



a) *B. bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control de *Phyllophaga* sp; b) daños floreares por *Agrotis subterranea*; c) Aplicación de hongos entomopatógenos

Anexo 9. Evaluación del primer momento de siembra



a) Elongación de las raíces segundo momento de siembra; b) Desarrollo de raíces en el primer momento de siembra; c) Desarrollo de raíces del primer momento de siembra a los 90 dds

Anexo 11. Efecto de los tratamientos sobre las raíces



a) Raíces formadas para el testigo; b) Raíces de zanahoria inoculadas por Hongo Micorrizas; c) Raíces inoculadas por la bacteria *P. fluorescens*

Anexo 13. Inicio de la etapa reproductiva



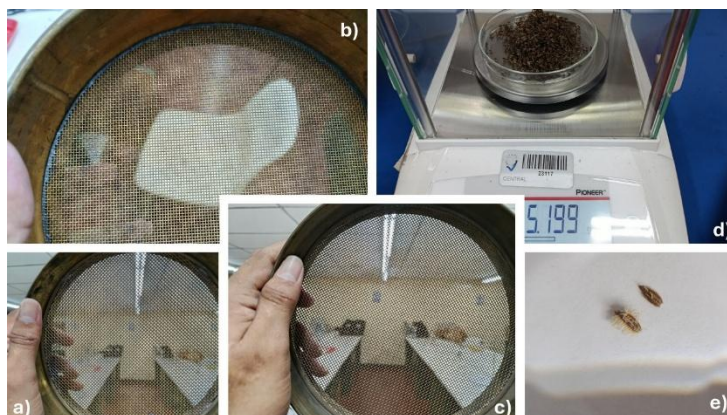
a) Elongación del tallo floral primario hispido; b) Desarrollo de umbela primaria; c) Formación de umbelas en los vestigios o tallos secundarios

Anexo 14. Desarrollo de semillas



a) Umbela en estado completo receptivo; b) Formación de semillas de polinización abierta; c) Umbela vanas o vacías (no se lograron fecundar los óvulos)

Anexo 17. Trillado y pesado de semillas



a) Tamiz de 1.25 mm; b) Tamiz de 1 mm; c) Tamiz de 1.4 mm; d) Pesado de las semillas luego de trillarlas; e) Semilla izquierda con espínulas, semilla derecha sin espínulas

Anexo 19. Afectaciones por plagas y enfermedades en las raíces



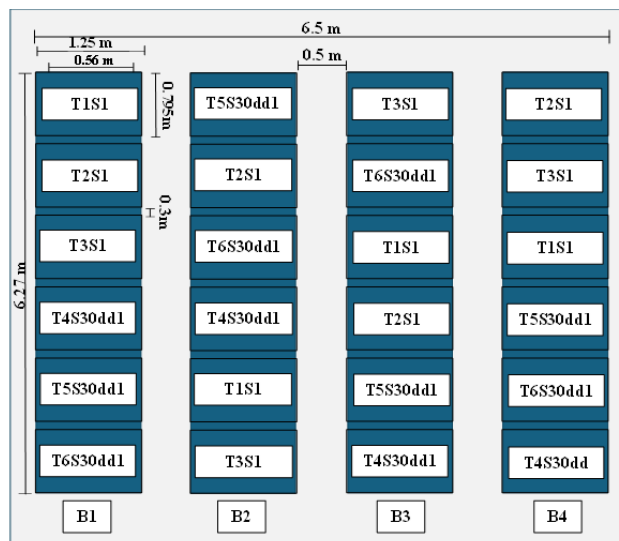
a) Podredumbre blanda de la raíz por *Erwinia carotovora*; b) Formación de micelios del hongo; c) Efecto posterior de la podredumbre blanda en las raíces; d) Afectación de la raíz por *Phyllophaga* spp.

Anexo 20. Plagas identificadas durante el estudio



a) Gallina ciega (*Phyllophaga* spp); b) Gusano cuerudo (*Agrotis subterranea*); c) Comején (*Isoptera*)

Anexo 22. Plano de campo



Anexo 23. Hoja de campo para las variables de crecimiento vegetativo

N° de planta		1	2	3	4	5	6
T1 (s1)	N° hoja						
	Tallo						
T2 (s1)	N° hoja						
	Tallo						
T3 (s1)	N° hoja						
	Tallo						
T4 (30dds1)	N° hoja						
	Tallo						
T5 (30dds1)	N° hoja						
	Tallo						
T6 (30dds1)	N° hoja						
	Tallo						

Anexo 24. Hoja de campo para variables de crecimiento vegetativo y etapa de reproducción

N° de planta		1	2	3	4	5	6	N° Umb
T1 (s1)	N° hoja							
	Tallo							
T2 (s1)	N° hoja							
	Tallo							
T3 (s1)	N° hoja							
	Tallo							
T4 (30dds1)	N° hoja							
	Tallo							
T5 (30dds1)	N° hoja							
	Tallo							
T6 (30dds1)	N° hoja							
	Tallo							

Anexo 25. Análisis de varianza para altura de las plantas de zanahoria

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	P-valor
Tratamientos	28.99	14.49	8.88	0.0001
Siembra	405.22	405.22	248.27	<0.0001
Fecha	450.04	30.00	18.38	<0.0001
Tratamiento*Siembra	41.50	20.52	12.57	<0.0001

CV: 79.40; R²: 0.28

Si $P \leq 0.05$ es significativo, de lo contrario no es significante; R² es el coeficiente de determinación; CV: coeficiente de variación

Anexo 26. Separación de medias para los tratamientos evaluados sobre la altura de las plantas

Tratamientos	Medias $\pm$ ES
Micorrizas	1.77 $\pm$ 0.05 a
<i>P. fluorescens</i> + <i>B. subtilis</i>	1.55 $\pm$ 0.05 b
Testigo	1.52 $\pm$ 0.05 b

CV: 79.40; R²: 0.28; N: 2304

Tukey (alfa=0.05), ES: Error Estándar; CV: coeficiente de variación; N: Número de datos usados en el análisis

Anexo 27. Separación de media para los momentos de siembra evaluados sobre la altura de la planta

Momentos de siembra	Medias $\pm$ ES
Siembra Normal	2.03 $\pm$ 0.04 a
Siembra Temprana	1.19 $\pm$ 0.04 b

CV: 79.40; R²: 0.28; N: 2304

Tukey (alfa=0.05), ES: Error Estándar; CV: coeficiente de variación; N: Número de datos usados en el análisis

Anexo 28. Separación de media para los dos factores en estudio sobre la altura de las plantas

Tratamientos	Siembra	Medias $\pm$ ES
Micorrizas	Siembra Normal	2.34 $\pm$ 0.07 a
Testigo	Siembra Normal	1.96 $\pm$ 0.07 b
<i>P. fluorescens</i> + <i>B. subtilis</i>	Siembra Normal	1.79 $\pm$ 0.07 b
<i>P. fluorescens</i> + <i>B. subtilis</i>	Siembra Temprana	1.30 $\pm$ 0.07 c
Micorrizas	Siembra Temprana	1.20 $\pm$ 0.07 c
Testigo	Siembra Temprana	1.07 $\pm$ 0.07 c

CV: 79.40; R²: 0.28; N: 2304

Tukey (alfa=0.05), ES: Error Estándar; CV: coeficiente de variación; N: Número de datos usados en el análisis

Anexo 29. Análisis de varianza para el número de hojas en las plantas de zanahoria

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	P-valor
Tratamientos	10.03	5.02	2.71	0.0668
Siembra	484.25	484.25	261.53	<0.0001
Fecha	364.59	24.31	13.13	<0.0001
Tratamiento*Siembra	18.55	9.27	5.01	<0.0001
CV: 58.24; R ² : 0.23				

Si $P \leq 0.05$ es significativo, de lo contrario no es significativo; R² es el coeficiente de determinación; CV: coeficiente de variación

Anexo 30. Separación de medias para los momentos de siembra en estudio sobre el número de hojas

Momentos de siembra	Medias $\pm$ ES
Siembra Normal	2.79 $\pm$ 0.04 a
Siembra Temprana	1.88 $\pm$ 0.04 b
CV: 58.24; R ² : 0.23; N: 2304	

Tukey (alfa=0.05), ES: Error Estándar; CV: coeficiente de variación; N: Número de datos usados en el análisis

Anexo 31. Separación de media para los dos factores en estudio sobre el número de hojas

Tratamientos	Siembra	Medias $\pm$ ES
Micorrizas	Siembra Normal	2.98 $\pm$ 0.07 a
Testigo	Siembra Normal	2.71 $\pm$ 0.07 a
<i>P. fluorescens</i> + <i>B. subtilis</i>	Siembra Normal	2.69 $\pm$ 0.07 a
<i>P. fluorescens</i> + <i>B. subtilis</i>	Siembra Temprana	2.00 $\pm$ 0.07 b
Micorrizas	Siembra Temprana	1.84 $\pm$ 0.07 b
Testigo	Siembra Temprana	1.79 $\pm$ 0.07 b
CV: 58.24; R ² : 0.23; N: 2304		

Tukey (alfa=0.05), ES: Error Estándar; CV: coeficiente de variación; N: Número de datos usados en el análisis

Anexo 32. Análisis de varianza para el número de umbelas en las plantas de zanahoria

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	P-valor
Tratamientos	33.49	16.75	4.65	0.0114
Siembra	50.80	50.80	14.09	0.0003
Fecha	73.18	14.64	4.06	0.0020
Tratamiento*Siembra	8.45	4.23	1.17	0.3131
CV: 150.15; R ² : 0.35				

Si $P \leq 0.05$ es significativo, de lo contrario no es significativo; R² es el coeficiente de determinación; CV: coeficiente de variación

Anexo 33. Separación de medias para los tratamientos evaluados sobre el número de umbelas

Tratamientos	Medias $\pm$ ES
Micorrizas	1.94 $\pm$ 0.27 a
Testigo	0.97 $\pm$ 0.27 b
<i>P. fluorescens</i> + <i>B. subtilis</i>	0.88 $\pm$ 0.27 b
CV: 150.15; R ² : 0.35; N: 144	
Tukey (alfa=0.05), ES: Error Estándar; CV: coeficiente de variación; N: Número de datos usados en el análisis	

Anexo 34. Separación de medias para los momentos de siembra en estudio sobre el número de umbelas

Momentos de siembra	Medias $\pm$ ES
Siembra Normal	1.86 $\pm$ 0.22 a
Siembra Temprana	0.67 $\pm$ 0.22 b
CV: 79.40; R ² : 0.28; N: 144	
Tukey (alfa=0.05), ES: Error Estándar; CV: coeficiente de variación; N: Número de datos usados en el análisis	

Anexo 35. Análisis de varianza para el rendimiento de semillas de zanahoria por g/m²

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	P-valor
Tratamientos	0.47	0.24	0.16	0.8565
Siembra	4.73	4.73	3.13	0.0938
Tratamiento*Siembra	3.18	1.59	1.05	0.3701
CV: 140.02; R ² : 0.24				

Si $P \leq 0.05$ es significativo, de lo contrario no es significativo; R² es el coeficiente de determinación; CV: coeficiente de variación

Anexo 36. Separación de media para los dos factores en estudio sobre el rendimiento de semillas g/m²

Tratamientos	Siembra	Medias $\pm$ ES
Micorrizas	Siembra Normal	1.98 $\pm$ 0.61 a
Testigo	Siembra Normal	1.19 $\pm$ 0.61 a
<i>P. fluorescens</i> + <i>B. subtilis</i>	Siembra Normal	0.79 $\pm$ 0.61 a
<i>P. fluorescens</i> + <i>B. subtilis</i>	Siembra Temprana	0.74 $\pm$ 0.61 a
Micorrizas	Siembra Temprana	0.39 $\pm$ 0.61 a
Testigo	Siembra Temprana	0.16 $\pm$ 0.61 a
CV: 140.62; R ² : 0.24; N: 24		

Tukey (alfa=0.05), ES: Error Estándar; CV: coeficiente de variación; N: Número de datos usados en el análisis